

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID



TRABAJO FIN DE GRADO

***GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA***

PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA ZONA DE LA PLAZA ADOLFO MARSILLACH DE LA CIUDAD DE PARLA (MADRID). INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

**Autor: Jonatan Benítez Ramayo.**

**Tutor de la Universidad: Esteban Patricio Domingo González-Seco**



## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría dar las gracias a todos los profesores que me han enseñado durante toda la carrera, a mi tutor del proyecto Esteban Patricio, por ayudarme y darme la oportunidad de realizarlo, a Eva y a todos mis amigos que he hecho durante estos cuatro años y que me han apoyado en todo momento y a toda mi familia porque soy la persona que soy gracias a todos ellos y sin la cual, yo no sería nadie. Simplemente  
¡MUCHAS GRACIAS!



# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>5</b>
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>5</b>
1.1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	7
1.3. CONCEPTOS FUNDAMENTALES .....	9
1.4. CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS.....	12
1.5. ELECCIÓN DE LAS LUMINARIAS.....	16
1.6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	33
1.7. SISTEMA DE MEDIA NOCHE VIRTUAL (reducción de flujo robotizado).....	36
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>38</b>
<b>MEMORIA DE CÁLCULO .....</b>	<b>38</b>
2.1. UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS .....	39
2.2. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.....	39
2.3. EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	83
2.4. CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	92
2.5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....	95
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>97</b>
<b>PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>97</b>
3.1. GENERALIDADES .....	98
3.2. CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	98
3.3. NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	103
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>110</b>
<b>ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>110</b>
4.1. GENERALIDADES .....	111
4.2. DESARROLLO DEL PLAN DE SEGURIDAD .....	111
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>126</b>
<b>MEDICIONES Y PRESUPUESTO .....</b>	<b>126</b>
5.1. INTRODUCCIÓN.....	127
5.2. MEDICIONES.....	127
5.3. CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS .....	129
5.4. CUADRO DE PRECIOS DESGLOSADOS .....	130



PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA ZONA DE LA PLAZA ADOLFO MARSILLACH  
DE LA CIUDAD DE PARLA (MADRID). INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS  
LUMINOTÉCNICOS Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.



5.5. PRESUPUESTO .....	132
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>134</b>
<b>CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>134</b>
6.1. CONCLUSIONES .....	135
6.2. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS .....	136
<b>ANEXO .....</b>	<b>137</b>



# CAPÍTULO 1

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

*En este capítulo se introduce el proyecto que se va a realizar,  
explicando el objetivo y aspectos fundamentales del mismo.*



## 1.1. INTRODUCCIÓN

---

### **ANTECEDENTES**

Este trabajo se ha realizado con carácter académico ya que para la obtención del título de grado en ingeniería eléctrica es necesario elaborar un proyecto completo de ingeniería.

Este trabajo se ha basado en conceptos relacionados con asignaturas que han sido impartidas en el grado en ingeniería eléctrica, concretamente en el ámbito de la luminotecnia y de la eficiencia energética, analizando las posibles mejoras tanto económicas como energéticas.

### **OBJETO DEL PROYECTO**

El objeto de este proyecto es el diseño y la mejora del alumbrado público de las manzanas adyacentes a la Plaza Adolfo Marsillach, de la ciudad de Parla (Madrid), teniendo en cuenta la situación actual de dicha instalación y proponiendo una alternativa adecuada económica y energéticamente.

Se realizará un estudio de las ventajas de la mejora propuesta, así como de la tecnología empleada, métodos de cálculo, de tal forma que el proyecto sea viable en un ámbito profesional.

En este trabajo se introducirán algunos conceptos básicos para poder comprender a fondo todo el estudio.

Posteriormente se estudiará la propuesta de la nueva instalación, analizándola exhaustivamente.

## 1.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

---

Parla es una ciudad española situada en la zona sur de la Comunidad de Madrid, a 16,4 km de la capital, Madrid. Es la 51.<sup>a</sup> ciudad más poblada de España y la octava más poblada de la Comunidad de Madrid. Comprende 24,93 kilómetros cuadrados y tiene una población de 126.000 habitantes, aproximadamente.

Se encuentra a unos 600 metros de altitud y sus coordenadas son: 40°14'14"N 3°46'27"O. .



Figura 1: Ubicación de Parla



Figura 2: Ubicación de Parla II

La zona de actuación de este proyecto, viene delimitada por el polígono que conforman la confluencia de las calles Domingo Malagón, Calle Cristina Sánchez, Calle San Roque (no es objeto de estudio), Calle San Antón, Calle Gabriel y Galán y Calle Carolina Coronado. Dentro del polígono definido se encuentra también la Plaza Adolfo Marsillach que si es objeto de estudio.



Figura 3: Situación de la zona de actuación

La zona a evaluar, es una zona residencial del centro urbano, en la que podemos diferenciar tres calles principales, (de las cuales evaluamos dos) , tres calles secundarias de zona residencial de sentido único y una plaza pública.

Las calles que describen el perímetro de la zona de estudio son: C/ Domingo Malagón, C/ Cristina Sánchez, C/ San Roque (no es objeto de estudio por ser una calle que continúa más allá de la zona a evaluar y no es posible colocar dos tipos de alumbrado distintos), C/ Gabriel y Galán, C/ San Antón y Calle Carolina Coronado hasta su confluencia con la calle Domingo Malagón. El área a iluminar comprende zonas residenciales, zonas ajardinadas, y una plaza pública, con lo cual habrá que proyectar varios tipos de alumbrado.

Al tratarse de un área residencial moderna, todas las calles a estudio son de sentido único, con aparcamientos a un lado o a los dos de la calle y con amplias aceras para peatones.



## 1.3. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

---

Para poder comprender este proyecto en su totalidad, es necesario explicar algunos conceptos básicos. Para ello, estos conceptos se obtendrán del RD 1890/2008: Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.

### **OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN**

El reglamento se aplicará a aquellas instalaciones de más de 1 kW de potencia instalada.

Se consideran los siguientes tipos de alumbrado:

- **Vial (funcional y ambiental).**
- **Específico.**
- **Ornamental.**
- **Vigilancia y seguridad nocturna.**
- **Señales y anuncios luminosos.**
- **Festivo y navideño.**

El reglamento será aplicado a nuevas instalaciones, incluyendo modificaciones y ampliaciones, a instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, mediante un estudio de eficiencia energética.

**Deslumbramiento perturbador:** “Deslumbramiento que perturba la visión de los objetos sin causar necesariamente una sensación desagradable. La medición de la pérdida de visibilidad producida por el deslumbramiento perturbador, ocasionado por las luminarias de la instalación de alumbrado público, se efectúa mediante el incremento de umbral de contraste. Su símbolo  $TI$ , carece de unidades y su expresión, en función de la luminancia de velo  $L_v$  y la iluminancia media de la calzada  $L_m$  (entre 0,05 y 5 cd/m<sup>2</sup>), es la siguiente”:

$$TI = 65 \frac{L_v}{L_m^{0,8}} \text{ (en \%)}$$

**Relación entorno:** “Relación entre la iluminancia media de la zona situada en el exterior de la calzada y la iluminancia media de la zona adyacente situada sobre la calzada, en ambos lados de los bordes de la misma. La relación entorno  $SR$  es la más pequeña de las dos relaciones de entorno calculadas. La anchura de las dos zonas de cálculo para cada relación de entorno se tomará como 5m o la mitad de la anchura de la calzada, si ésta es inferior a 10m”.



**Flujo Hemisférico Superior Instalado de la Luminaria (FHSinst):** “También denominado ULORinst, se define como la proporción en % del flujo de una luminaria que se emite sobre el plano horizontal que pasa por el centro óptico de la luminaria respecto al flujo total saliente de la luminaria, cuando la misma está montada en su posición de instalación”.

**Luz intrusa o molesta:** “Luz procedente de las instalaciones de alumbrado exterior que da a lugar a incomodidad, distracción o reducción en la capacidad para detectar una información esencial, y por tanto, produce efectos potencialmente adversos en los residentes, ciudadanos que circulan y usuarios de sistemas de transportes”.

**Rendimiento de una luminaria:** “Es la relación entre el flujo luminoso total procedente de la luminaria y el flujo luminoso emitido por la lámpara o lámparas instaladas en la luminaria. Su símbolo es  $\eta$  y carece de unidades”.

**Resplandor Luminoso Nocturno:** “Luminosidad o brillo nocturno producido, entre otras causas, por la luz procedente de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas”.

**Eficacia luminosa de una lámpara:** “Es la relación entre el flujo luminoso emitido por la lámpara y la potencia consumida por ésta. Se expresa en  $\text{lm/W}$  (lúmenes/vatio)”.

**Flujo luminoso:** “Potencia emitida por una fuente luminosa en forma de radiación visible y evaluada según su capacidad de producir sensación luminosa, teniendo en cuenta la variación de la sensibilidad del ojo con la longitud de onda. Su símbolo es  $\Phi$  y su unidad es el lumen ( $\text{lm}$ )”.

**Iluminancia media horizontal:** “Valor medio de la iluminancia horizontal en la superficie considerada. Su símbolo es  $E_m$  se expresa en  $\text{lux}$ ”.

**Intensidad luminosa:** “Es el flujo luminoso por unidad de ángulo sólido. Esta magnitud tiene característica direccional, su símbolo representativo es  $I$  y su unidad es la candela,  $\text{cd}=\text{lm/sr}$  (lumen/estereorradián)”.

**Luminancia de velo:** “Es la luminancia uniforme equivalente resultante de la luz que incide sobre el ojo de un observador y que produce el velado de la imagen en la retina, disminuyendo de este modo la facultad que posee el ojo para apreciar los contrastes. Su símbolo es  $(L_v)$  y se expresa en  $\text{cd/m}^2$ ”.

La luminancia de velo se debe a la incidencia de la luz emitida por una luminaria sobre el ojo de un observador en el plano perpendicular a la línea de visión, dependiendo así mismo del ángulo comprendido entre el centro de la fuente deslumbrante y la línea de visión, así como del estado fisiológico del ojo del observador”.

$$L_v = k \frac{E_g}{\theta^2}$$

$E_g$ = Iluminancia en lux sobre la pupila, en un plano perpendicular a la dirección visual.

$\theta$ = Ángulo entre el centro de la fuente deslumbrante y la línea de visión.

En cuanto a las distintas tecnologías de lámparas existentes, también hay algunos términos que hay que conocer:

- **Temperatura de color:** Se define como la temperatura que tiene que tener un cuerpo negro ideal para que la tonalidad de la luz emitida sea la misma que la de la lámpara que se considere.
- **Índice de Reproducción Cromática (IRC):** Es la relación existente entre el aspecto cromático que tiene un cuerpo que se ilumina con una fuente y el aspecto que tendría con una luz de referencia. El IRC oscila entre 0-100.
- **Flujo luminoso:** Es la potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Se mide en lumen (lm).
- **Eficacia luminosa o rendimiento:** Es el rendimiento energético de una lámpara, es decir, la calidad que tiene la fuente para producir luz transformando la energía eléctrica en energía radiante visible para el ojo humano. Su valor concreto es el cociente entre el flujo luminoso emitido y la potencia que consume la fuente.
- **Vida media:** Es un valor calculado mediante un ensayo de un número aleatorio de lámparas trabajando dentro de unas condiciones concretas. La vida media de una lámpara será el valor en horas de funcionamiento hasta que fallan el 50% de las lámparas totales.
- **Vida útil:** Es el número de horas de funcionamiento hasta que el flujo emitido por la lámpara se ha reducido al 80% de su valor inicial.

## 1.4. CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS

“Se entiende por nivel de iluminación el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de entorno, etc). En alumbrado vial, se conoce también como clase de alumbrado”.

El nivel de iluminación requerido por una vía depende de múltiples factores como son el tipo de vía, la complejidad de su trazado etc.

Para cumplir con estas condiciones y, por tanto, establecer un nivel de iluminación adecuado para cada instalación, se deben elegir las lámparas adecuadas con la tecnología necesaria para acometer el proyecto.

### **ZONA RESIDENCIAL**

#### **A) Zona de Circulación de Vehículos:**

A continuación se muestra una tabla en la que la clasificación de las vías depende de la velocidad de circulación:

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	–
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

En la zona de actuación de este trabajo la velocidad de los vehículos es de entre 30 y 60 km/h, es decir, clasificación de tipo B.

Además como se considera una intensidad media diaria (IMD) menor a 7000 vehículos, la clasificación de esta zona es B1 y la clase de alumbrado es ME4b.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>
B1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.</li> <li>Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.</li> </ul>	
	Intensidad de tráfico IMD $\geq 7.000$ ..... ME2 / ME3c IMD $< 7.000$ ..... ME4b / ME5 / ME6	
B2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carreteras locales en áreas rurales.</li> </ul> Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD $\geq 7.000$ ..... ME2 / ME3b IMD $< 7.000$ ..... ME4b / ME5	

<sup>(1)</sup> Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Una vez establecida la clase de alumbrado, se pueden obtener los parámetros luminotécnicos que corresponden a este tipo de vías, según el reglamento:

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia <sup>(4)</sup> Media $L_m$ (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	Uniformidad Global $U_0$ [mínima]	Uniformidad Longitudinal $U_L$ [mínima]	Incremento Umbral $TI$ (%) <sup>(2)</sup> [máximo]	Relación Entorno SR <sup>(3)</sup> [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

<sup>(2)</sup> Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

<sup>(3)</sup> La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

<sup>(4)</sup> Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminación, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

### B) Zona de Aceras:

Conforme a la Tabla 1 del apartado anterior, Zona de Circulación de Vehículos, la zona de aceras se clasifica como tipo E, al ser usada exclusivamente para uso peatonal.

Para este tipo de vías, el reglamento establece la siguiente clasificación:

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
E1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.</i></li> <li>• <i>Paradas de autobús con zonas de espera</i></li> <li>• <i>Áreas comerciales peatonales.</i></li> </ul>	
	Flujo de tráfico de peatones Alto ..... Normal .....	CE1A / CE2 / S1 S2 S3 / S4
E2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</i></li> </ul>	
	Flujo de tráfico de peatones Alto ..... Normal .....	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4

(\*) Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

En nuestro caso, estamos ante aceras a lo largo de la calzada con un flujo de peatones normal, por lo que la sub-clasificación para esta vía sería S2, salvo para la calle Domingo Malagón, que por ser su flujo de peatones más alto que el resto de calles su sub-clasificación sería S1.

### ZONA DE PLAZA PÚBLICA

Al tratarse la plaza pública de una vía peatonal, la clasificación de la misma es del tipo E.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	—
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

En este tipo de vías el flujo de peatones será presumiblemente alto, por lo que se asignará una situación de proyecto E1 con una clase de alumbrado S1:





PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA ZONA DE LA PLAZA ADOLFO MARSILLACH DE LA CIUDAD DE PARLA (MADRID). INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.



Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>
E1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.</li> <li>Paradas de autobús con zonas de espera</li> <li>Áreas comerciales peatonales.</li> </ul> <p>Flujo de tráfico de peatones</p> <p>Alto.....</p> <p>Normal.....</p>	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
E2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</li> </ul> <p>Flujo de tráfico de peatones</p> <p>Alto.....</p> <p>Normal.....</p>	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4

<sup>(1)</sup> Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) <sup>(1)</sup>	Iluminancia mínima $E_{min}$ (lux) <sup>(1)</sup>
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

## 1.5. ELECCIÓN DE LAS LUMINARIAS

Ahora que se conoce la clasificación de las distintas zonas de actuación, el siguiente paso será determinar las luminarias que se van a instalar, en base a los criterios que se tienen que cumplir debido a su clasificación, y en base al reglamento, precio de luminarias, eficiencia energética, elección de un tipo concreto de tecnología etc.

Para comprender bien la elección del tipo de lámpara, se van a explicar los distintos tipos de tecnologías empleadas en alumbrado exterior:

### LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO

Las lámparas de vapor de sodio son aquellas fuentes luminosas en las que se produce luz debido a la excitación de átomos de sodio que están contenidos en el tubo de descarga de la lámpara. El parámetro más importante a tener en cuenta en este tipo de lámparas es la presión del gas, por tanto, se definen los dos tipos más importantes: sodio a baja presión y sodio a alta presión.

#### SODIO A BAJA PRESIÓN

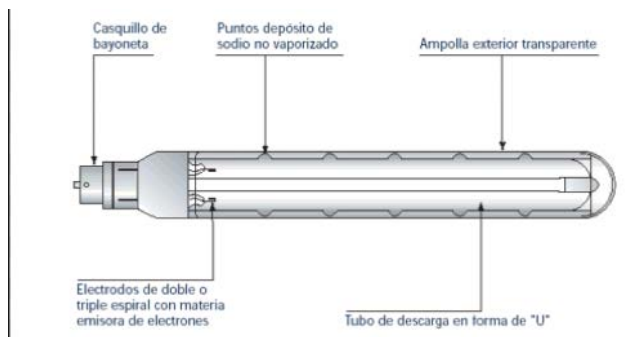


Figura 4: Lámpara de vapor de sodio a baja presión

Los componentes principales de una lámpara de vapor de sodio a baja presión son:

- **Tubo de descarga:** Posee forma de U y está construido en vidrio endurecido. Algunos salientes tienen menos temperatura que en otros puntos del tubo, de esta forma se evita que el sodio se deposite en lugares indeseados, y se consigue una distribución más uniforme del sodio.
- **Electrodos:** Formados por filamentos de wolframio y recubierto por materiales que emiten electrones.





- **Gas de relleno:** El gas empleado (Neón) ayuda en el encendido de la lámpara, junto con una dosificación de sodio.
- **Ampolla exterior:** Está construida en vidrio normal, posee forma cilíndrica. La ampolla exterior se encarga de aislar el quemador del medio ambiente para poder mantener su temperatura de funcionamiento óptima (270°C).
- **Casquillos:** La ampolla exterior es rematada con estos casquillos.

En cuando su procedimiento de funcionamiento todo comienza al conectar la lámpara a la red, donde a temperatura ambiente el sodio se encuentra solidificado. Al iniciarse la descarga el Neón proporciona el color rojo típico del encendido de estas lámparas. Según se va vaporizando el sodio, el flujo luminoso va aumentando y el color va tornando en amarillo. Aproximadamente el tiempo total de encendido de es de 12 minutos.

#### **Ventajas:**

- Estas lámparas poseen una eficacia luminosa bastante alta con un precio de adquisición moderado.
- Poseen una visibilidad de alto contraste en situación de niebla u otros fenómenos meteorológicos similares.

#### **Inconvenientes:**

- Debido a la radiación prácticamente monocromática, su rendimiento en color es nulo.
- Posee un volumen de la lámpara excesivo, por lo que su empleo no es tan eficaz.
- Tiene una apariencia de color muy cálida, lo que reduce bastante su campo de aplicación.

Estas lámparas son utilizadas cuando lo más importante no es la reproducción perfecta de los colores, sino cuando lo más importante es la percepción de contrastes, por ejemplo, en autopistas, puertos etc.

A continuación se mostrará una tabla con las características fundamentales en los principales fabricantes de lámparas de vapor de sodio a baja presión:

Potencia normal	18-55 W
Flujo luminoso	1800-8000 lm
Eficacia luminosa	170-200 lm/W
Vida media	22000 h
Vida útil	12000 h
Temperatura de color	1800 K
IRC	No se tiene en cuenta
Equipo auxiliar	Necesita
Tiempo de encendido	7-12 minutos
Tiempo de reencendido	3-7 minutos

### **SODIO A ALTA PRESIÓN**

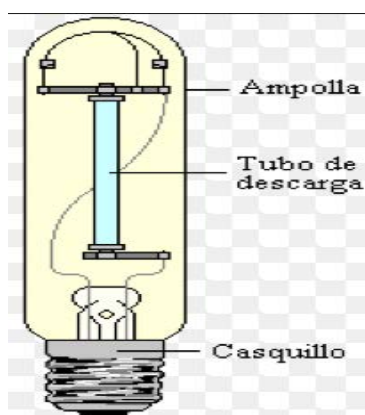


Figura 5: Lámpara de vapor de sodio a alta presión



PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA ZONA DE LA PLAZA ADOLFO MARSILLACH DE LA CIUDAD DE PARLA (MADRID). INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.



Los componentes principales son los mismos que en una lámpara de vapor de sodio a baja presión, a saber:

- **Tubo de descarga:** (En este caso es de aluminio).
- **Electrodos.**
- **Gas de relleno.**
- **Ampolla exterior.**
- **Casquillo.**

En cuanto al funcionamiento de estas lámparas, el tubo de descarga contiene un exceso de sodio para poder saturar el vapor cuando la lámpara se encuentra en funcionamiento. También se utiliza un exceso de mercurio, empleado como gas amortiguador, y se incluye una cierta cantidad de Xenón para ayudar en el encendido y limitar el calor del arco hacia el tubo. En este caso, el tubo de descarga está formado de aluminio, resistiendo de esta forma, la alta actividad química del sodio a la temperatura de 700°C.

La diferencia de presiones del sodio en el tubo de descarga es la principal y más sustancial variación con respecto a otro tipo de lámparas.

La vida útil de las lámparas de sodio a alta presión, del orden de 9000-12000 horas, está condicionada por la acumulación de impurezas en el tubo y en la ampolla, disminuyendo el flujo luminoso considerablemente. Además su tensión de arco aumenta según pasa el tiempo de funcionamiento.

**Ventajas:**

- Tienen una buena eficacia luminosa.
- Poseen un rendimiento de color mejorado en comparación con las de baja presión.
- Su vida útil es considerable con un precio de adquisición moderado.

**Inconvenientes:**

- Posee una apariencia de color cálida, lo cual causa una sensación de rechazo cuando se intenta ofrecer una alta iluminancia.

El campo de aplicación de esta familia de lámparas es muy amplio: alumbrados viarios, alumbrados monumentales, peatonales, de interiores...

Tabla de parámetros fundamentales con datos de principales fabricantes de lámparas de vapor de sodio a alta presión:

<b>Potencia normal</b>	<b>70-1000 W</b>
------------------------	------------------

<b>Flujo luminoso</b>	<b>7000-130000 lm</b>
<b>Eficacia luminosa</b>	<b>70-150 lm/W</b>
<b>Vida media</b>	<b>20000 h</b>
<b>Vida útil</b>	<b>15000 h</b>
<b>Temperatura de color</b>	<b>2000-2500 K</b>
<b>IRC</b>	<b>25-80</b>
<b>Equipo auxiliar</b>	<b>Necesita</b>
<b>Tiempo de encendido</b>	<b>4-6 minutos</b>
<b>Tiempo de reencendido</b>	<b>5-15 minutos</b>

Además de estos tipos de lámparas, existen otros menos empleados como las lámparas de vapor de sodio con alta presión bitubo, las de alta presión con autoencendido y las de sodio blanco.

### **LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO**

Las lámparas de vapor de mercurio son aquellas en las que la radiación de la luz se produce gracias a la excitación de los átomos de mercurio que se encuentran contenidos en el tubo de descarga. Las propiedades luminosas y eléctricas de estas lámparas dependen sobre todo de la presión del vapor.

#### **MERCURIO A ALTA PRESIÓN**

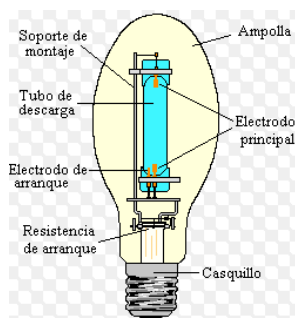


Figura 6: Lámpara de vapor de mercurio a alta presión



Los siguientes componentes conforman las lámparas de mercurio a alta presión:

- **Tubo de descarga o quemador:** Está construido de cuarzo. Ambos extremos del tubo están aplastados para dificultar las posibles fugas.
- **Electrodos:** Las lámparas de mercurio a alta presión contienen en ambos extremos un electrodo principal y otro auxiliar, que están conectados mediante una resistencia de valor elevado. Están formados por un cilindro de wolframio.
- **Gas de relleno:** Es argón , necesario para iniciar la descarga, y además contiene una pequeña cantidad de mercurio, que se encarga de la emisión de luz.
- **Ampolla exterior.**
- **Casquillo:** Se encarga del cierre de la ampolla exterior.

Estas lámparas funcionan de la siguiente forma: La tensión aplicada entre los electrodos hace que el gas de relleno se ionice y a partir de ese instante se produce la descarga entre el electrodo principal y el auxiliar. A medida que transcurre el tiempo se va calentando el ambiente del quemador, haciendo que el mercurio se vaporice y aumentando su presión, hasta reunir las condiciones ideales para la correcta descarga de los electrodos. Una vez que el arco está establecido, la resistencia de arranque deja de ser necesaria y la corriente se deriva a través del tubo de descarga.

Presenta un color blanco azulado, aunque el arco produce un espectro de líneas con longitudes de onda del amarillo, verde y azul.

#### **Ventajas:**

- Tienen una eficacia luminosa bastante buena.
- La vida útil es superior a la vida media de las termorradiadoras.
- Poseen un equipo auxiliar sencillo de coste asequible.
- Tienen un elevado flujo unitario.
- Reproducen bien las tonalidades verdes, lo que es útil para iluminación de jardines y zonas verdes.

#### **Inconvenientes:**

- El encendido y reencendido no se hace de forma inmediata.
- Necesita el sobredimensionado de los circuitos de alimentación debido a las altas corrientes de arranque.
- Posee una eficacia luminosa menos frente a las demás lámparas de descarga.
- Depreciación de flujo importante.

Tabla de lámparas de vapor de mercurio a alta presión, con parámetros básicos de principales fabricantes:

Potencia normal	50-400 W
Flujo luminoso	1800-22000 lm
Eficacia luminosa	35-60 lm/W
Vida media	24000 h
Vida útil	16000 h
Temperatura de color	3000-4500 K
IRC	50
Equipo auxiliar	Necesita
Tiempo de encendido	4-5 minutos
Tiempo de reencendido	7 minutos

### **MERCURIO A BAJA PRESIÓN/FLUORESCENTES**

Son aquellas lámparas de descarga de mercurio a baja presión que proporcionan luz gracias a la fotoluminiscencia.

En este tipo de lámparas la luz se produce mediante los polvos fluorescentes activados por la energía ultravioleta de la descarga.

Los componentes de este tipo de lámparas son:

- **Tubo de descarga:** Construido en vidrio, con forma cilíndrica.
- **Electrodos:** Fabricados en wolframio y recubiertos por materiales que emiten electrones.

- **Gas de relleno:** Se suele utilizar argón, kriptón y una dosificación de mercurio debido a que las sustancias fluorescentes absorben el mercurio.
- **Sustancias fluorescentes:** Deben absorber las radiaciones ultravioleta para poder generar las máximas radiaciones visibles. Deben funcionar de forma óptima a una temperatura de unos 40°C (temperatura alcanzada en el tubo). Las sustancias más utilizadas son los halofosfatos de calcio, aluminatos de magnesio y bario etc.
- **Casquillo.**

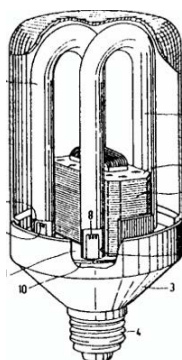


Figura 7: Lámpara de vapor de mercurio a baja presión

Cuando el gas de relleno y el mercurio se encuentran a temperatura ambiente, la tensión aplicada en el cebador ionizará el argón. El calor liberado al circular corriente dentro de la ampolla, facilitará el impulso de tensión que originará la descarga.

#### Ventajas:

- Poseen una mayor eficacia luminosa que las lámparas incandescentes normales.
- Tienen un consumo energético bajo.
- Su vida de funcionamiento es alta.

#### Inconvenientes:

- Su coste de adquisición y de instalación es más alto.
- La reproducción de color es su punto débil, aunque en los últimos años se están consiguiendo niveles aceptables.
- Problemas de volumen y altura en cuestiones de montaje.

Tabla con parámetros fundamentales de los principales fabricantes de lámparas de vapor de mercurio a baja presión:

Potencia normal	9-58 W
Flujo luminoso	450-5500 lm
Eficacia luminosa	40-100 lm/W
Vida media	8000-10000 h
Vida útil	5000-7500 h
Temperatura de color	3000-7500 K
IRC	50-90
Equipo auxiliar	Necesita-incorporado
Tiempo de encendido	Breves segundos-inmediato
Tiempo de reencendido	Breves segundos-inmediato

### LÁMPARAS LED



Figura 8: Lámpara LED





Las siglas LED (Lighting Emitting Diode/ Diodo Emisor de Luz) explican el funcionamiento tan sencillo y a la vez tan eficaz de las lámparas que utilizan este tipo de tecnología.

Los LED son básicamente elementos semiconductores, que una vez atravesados por la corriente eléctrica emiten luz.

Los componentes de una lámpara LED son:

- **Chip:** Es el elemento principal y más importante de una lámpara LED, que deberá funcionar correctamente durante un periodo de tiempo muy largo si sus condiciones de construcción son correctas. Recubriendo el chip, se encuentra una capa de fósforo y si el color de ésta es amarillo oscuro, el LED emitirá luz cálida, pero consumiendo mucha menos energía que una lámpara halógena con los mismos lúmenes.
- **Disipador de calor:** La función de este elemento es reducir el aumento de temperatura que se produce en la unión del diodo cuando está encendida la lámpara, manteniendo la temperatura dentro de unos valores aceptables.
- **Controlador o driver:** Se encarga de controlar todo el sistema electrónico del LED. De esta forma, los LED pueden operar con corriente alterna en lugar de con corriente continua.
- **Componente óptico:** Establece un determinado ángulo de difusión de la luz ya que el LED emite la luz de forma unidireccional.

Cuando se aplica tensión a los extremos del LED, los electrones empiezan a circular por el diodo. Cuando un electrón consigue la energía suficiente como para atravesar la barrera de potencial, es decir, vence la resistencia, se transforma en energía luminosa.

#### **Ventajas:**

- Su vida útil es más elevada que cualquier tipo de lámpara existente.
- Tiene un consumo de hasta un 80% menos que las lámparas incandescentes.
- Su ámbito de aplicación es muy extenso, cubriendo prácticamente todos los campos.
- Es capaz de reproducir cualquier tipo de color ya que posee un amplio rango de longitudes.

- Tiene un tamaño muy reducido, lo que lo convierte en una tecnología muy eficaz y adaptable.

**Inconvenientes:**

- El precio de las lámparas LED es muy alto en comparación con cualquier otra lámpara por lo que para amortizar la inversión es necesario un periodo más o menos largo de tiempo.

Tabla con parámetros fundamentales de los principales fabricantes de lámparas LED:

<b>Potencia normal</b>	<b>5-800 W</b>
<b>Flujo luminoso</b>	<b>Hasta 80000 lm</b>
<b>Eficacia luminosa</b>	<b>50-150 lm/W</b>
<b>Vida media</b>	<b>Hasta 200000 h</b>
<b>Vida útil</b>	<b>40000-160000 h</b>
<b>Temperatura de color</b>	<b>1200-6700 K</b>
<b>IRC</b>	<b>90-100</b>
<b>Equipo auxiliar</b>	<b>No necesita</b>
<b>Tiempo de encendido</b>	<b>Instantáneo</b>
<b>Tiempo de reencendido</b>	<b>Instantáneo</b>

En una situación inicial, en la ciudad de Parla (Madrid), se encuentran instaladas lámparas de vapor de sodio a alta presión, consumiendo una potencia entre 100 y 150 W.

Una vez explicadas y comentadas las tecnologías existentes, se propondrá una de ellas para el estudio de las calles y emplazamientos elegidos.

Concretamente se va a elegir la tecnología LED ya que presenta las mejores propiedades luminotécnicas y el ahorro en eficiencia energética es muy superior a otro tipo de lámparas.

Una vez escogida la tecnología LED para acometer este proyecto lo primero que queda claro es que la inversión inicial será superior a implantar lámparas de vapor de sodio, aunque debido al ahorro de consumo que conlleva elegir lámparas LED, pasado un determinado tiempo, la elección se amortizará.

### **ALUMBRADO DE CALLES: LUMINARIAS CREE XSP1 y XSP2**

Se van a emplear para esta zona las luminarias LED CREE XSP1 y XSP2 debido a que se emplean en todo tipo de alumbrado urbano.

Estas luminarias están compuestas por 5 LED con una temperatura de color de 4000 K. Permiten alturas de montaje de 4 a 10 metros. Pueden establecer la potencia desde 18 W hasta los 108 W.



Figura 9: Luminaria CREE XSP1 a la izquierda y CREE XSP2 a la derecha



PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA ZONA DE LA PLAZA ADOLFO MARSILLACH  
DE LA CIUDAD DE PARLA (MADRID). INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS  
LUMINOTÉCNICOS Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.



Principales características de las luminarias escogidas:

	CREE XSP1	CREE XSP2
Hermeticidad bloque óptico	IP 67	IP 67
Hermeticidad compartimento auxiliares	IP 67	IP 67
Resistencia a los impactos	IK 08	IK 08
Tensión nominal	230V-50Hz	230V-50Hz
Clase eléctrica	I ó II	I ó II
Peso (completo)	12,5 kg	15 kg
Corriente de alimentación	350 mA	350 mA
Flujo nominal luminaria max (a 25°C) 4.000K	4.920 lm	9.840 lm
Consumo de potencia (min/max Selector de Pontecia)	15-52 W	29-102 W
Dimensiones	749x303x100mm	848x405x100mm
Vida Util LM <sup>70</sup>	150.000 h.	150.000h.
Garantía	10 Años	10 Años

Tabla con las distribuciones fotométricas de la serie XSP óptica Tipo II Short:

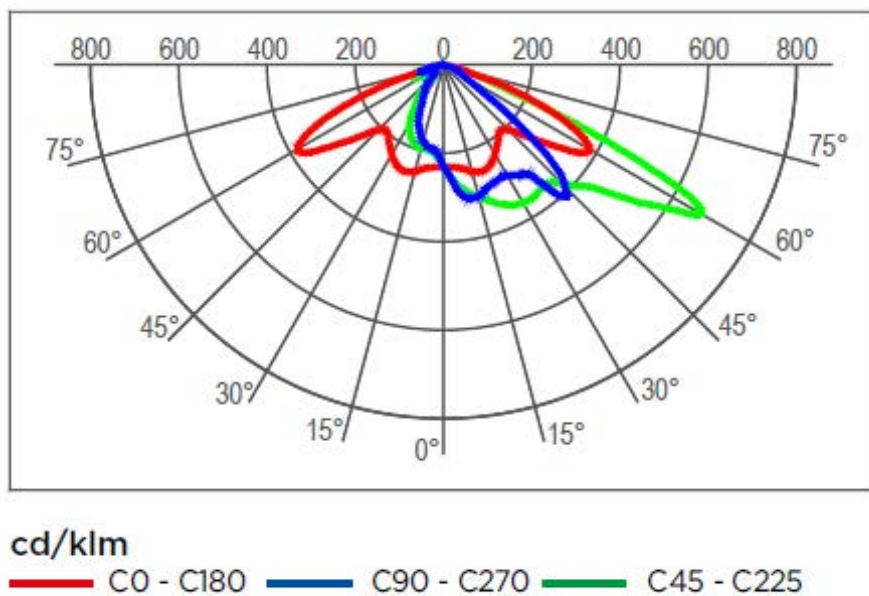


Figura 10: Curvas fotométricas para CREE XSP1 y XSP2

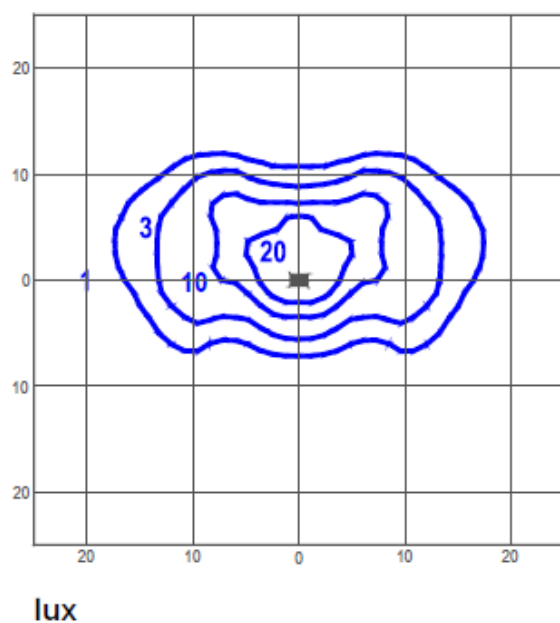


Figura 11: Curvas fotométricas para CREE XSP1 h6

### **ALUMBRADO DE PLAZA: LUMINARIA CREE EDGE ROUND SPYDER**

Para la iluminación de la plaza se va a escoger otro tipo de luminaria ya que las condiciones de tránsito y afluencia tanto de peatones como de vehículos son distintas a las que se dan en las calles.

Se ha optado por la luminaria **CREE EDGE ROUND SPYDER 40 LEDS**, con óptica QVM, asimétrica extensiva.

Esta luminaria está conformada por un cuerpo de aluminio inyectado pintado con sistema DELTA GUARD<sup>®</sup>, donde se ubica el compartimento de auxiliares electrónico y el bloque óptico. La luminaria es de forma circular y se sujeta al báculo a través de una conexión tubular de 60mm, sobre la que sobresalen cuatro patas que sujetan a su vez el bloque óptico.



Figura 12: Luminaria EDGE ROUND SPYDER 40 LEDS QVM OPTICS



PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA ZONA DE LA PLAZA ADOLFO MARSILLACH DE LA CIUDAD DE PARLA (MADRID). INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.



s

Las características de esta luminaria son:

	CREE EDGE ROUND 40leds
Hermeticidad bloque óptico	IP 66
Resistencia a los impactos	IK 10
Tensión nominal	230V-50Hz
Clase eléctrica	I ó II
Peso (completo)	12 kg
Corriente de alimentación	500 mA
Flujo nominal luminarias (a 25°C)	6832 lm
Consumo de potencia max.	70 W
Número de LEDs	40
Rendimiento 50k hr LMF 25º	77%
Vida útil L <sup>70</sup>	129.000h
Garantía total	10 años

Tablas con las distribuciones fotométricas de CREE EDGE ROUND 40 LEDS óptica QVM simétrica:

Óptica QVM

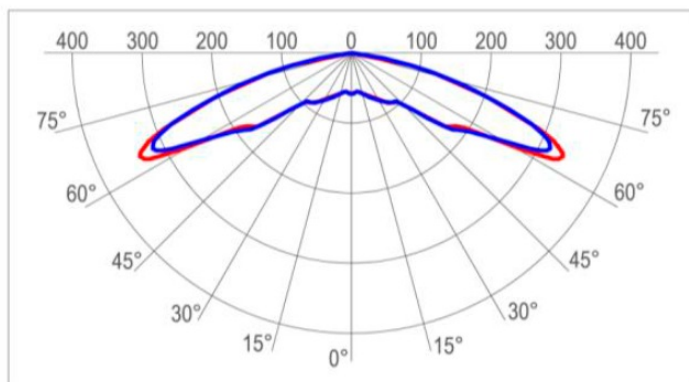


Figura 13: Curvas fotométricas para EDGE ROUND QVM OPTIC

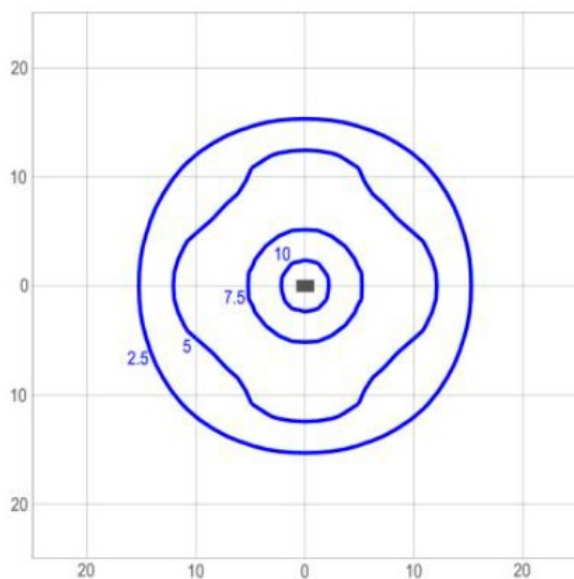


Figura 14: Curvas fotométricas para EDGE ROUND QVM OPTIC II

Se ha escogido esta luminaria principalmente porque posee una altura de columna de 6,8 metros con el fin de dar una uniformidad total a la plaza, sin necesidad de instalar nuevos puntos de luz.





## 1.6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

---

En este apartado se explicarán los límites y requisitos mínimos de las instalaciones eléctricas que intervienen en un proyecto de alumbrado exterior, según el ITC-BT-09.

### **CABLES**

“Los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1 kV”.

“El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito”.

Se distinguen dos tipos de redes:

#### **Redes subterráneas:**

“Los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 0,4 m del nivel del suelo con un diámetro interior nunca inferior a 60 mm”. “La sección mínima de los cables (incluyendo el neutro) será de 6 mm<sup>2</sup>”.

“Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor”.

#### **Redes aéreas:**

“La sección mínima a emplear, para todos los conductores incluido el neutro, será de 4 mm<sup>2</sup>”.

### **DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES**

“Las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga, estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados, a sus corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA, se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas”.



“Además de lo indicado, el factor de potencia de cada punto de luz, deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,90. La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que 3%”.

### **PROTECCIONES**

La resistencia de los armarios de protección y mando no podrá ser mayor de 10  $\Omega$ . El sistema de conexión será mediante pica, con una longitud de pica de 2 metros y un diámetro de 15 milímetros. Los núcleos se recubrirán con una capa de cobre, con un espesor constante.

Las líneas se protegerán contra sobreintensidades y contra corrientes de defecto a tierra y sobretensiones.

“La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, que podrán ser de reenganche automático, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30  $\Omega$ . No obstante se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5  $\Omega$  y a 1  $\Omega$ , respectivamente”.

### **CENTROS DE MANDO**

Los transformadores funcionan a 400/230 V, con una distribución trifásica con neutro 400/230 V.

Los centros de mando controlan la apertura y el corte de suministro.

### **CONTAMINACIÓN LUMÍNICA**

Según la Directiva Europea, el máximo nivel de contaminación lumínica es del 5%.

En este proyecto, al haber elegido tecnología LED, la contaminación lumínica es nula debido a que se puede orientar según de desee el haz de luz emitido.

### **CUADRO DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL**

“Las líneas de alimentación a los puntos de luz y control, cuando existan, partirán desde un cuadro de protección y control”.



“Si el sistema de accionamiento del alumbrado se realiza con interruptores horarios o fotoeléctricos, se dispondrá además de un interruptor manual que permita el accionamiento del sistema”.

“Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra”.

### **PUESTAS A TIERRA**

“La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación”.

“El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, y sección mínima de 16 mm<sup>2</sup> de cobre”.

“En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea”.

Los conductores de la red de tierra deberán ser **desnudos**, de cobre, de 35 mm<sup>2</sup> de sección mínima, o **aislados**, de cobre y sección mínima de 16 mm<sup>2</sup> y tensión asignada 450/750 V.

## 1.7. SISTEMA DE MEDIA NOCHE VIRTUAL (reducción de flujo robotizado).

---

### *Detalles del Dispositivo*

Se propone la instalación de un sistema de Reducción de Flujo autónomo, integrado en cada una de las luminarias, que de forma autónoma, a partir de la hora definida, reducirá el flujo de las luminarias un 30%.

Las luminarias CREE que utilizan la opción "T" están equipadas con un circuito electrónico. Este dispositivo permite la reducción de la corriente de alimentación a los LEDs mejorando el ahorro de energía durante las horas centrales de la noche.

La opción de "T" se basa en el sistema de "medianoche virtual": El circuito "recuerda" el tiempo de trabajo de la luminaria y calcula el punto central de este tiempo. Partiendo de este punto central, el cliente puede decidir qué horario se desea para una menor conducción de corriente.



Figura 15: Dispositivo sistema de media noche virtual

Este sistema autónomo tiene la ventaja de no precisar ningún cableado adicional. La regulación sigue unos pasos prefijados y los resultados en términos de ahorro de energía son óptimos, dado que el dispositivo se actualiza a sí mismo automáticamente a partir de las horas de encendido y apagado del sistema.

La reducción del flujo luminoso se consigue mediante un proceso de autoaprendizaje realizado por el dispositivo. A partir de las horas del encendido y apagado anteriores, el dispositivo determina un valor hipotético de medianoche virtual. Este es el valor medio entre el momento que el dispositivo se encendió (ocaso) y cuando se apagó (amanecer). De esta manera, la medianoche virtual se convierte en el punto de referencia para la reducción de la emisión luminosa de acuerdo con el perfil especificado.

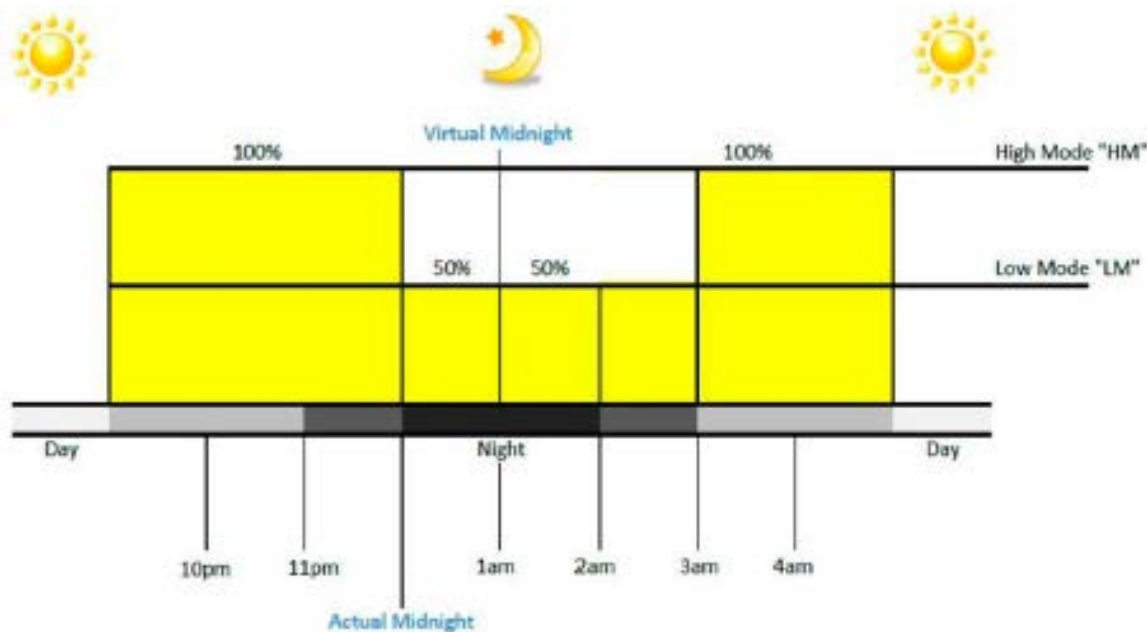


Figura 16: Funcionamiento sistema de media noche virtual



## CAPÍTULO 2

# MEMORIA DE CÁLCULO

---

*En este capítulo se van a realizar todos los cálculos eléctricos, luminotécnicos y de eficiencia energética necesarios para la acometida del proyecto, así como un estudio sobre la amortización del mismo.*

## 2.1. UBICACIÓN DE LUMINARIAS

---

Este proyecto trata de una actuación sobre una instalación existente, por lo que no procede, salvo caso extremo y absolutamente necesario, la modificación de la ubicación física de las luminarias, de cara a no incrementar el coste de la actuación global del proyecto.

Como las luminarias propuestas disponen de multitud de opciones de configuración ópticas, se tratará de colocar aquellas que, manteniendo la ubicación actual de los báculos, cumplan sobradamente con los parámetros establecidos en el RD 1890/2008 por el que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética para instalaciones de alumbrado público.

## 2.2. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

---

El siguiente paso es realizar todos los cálculos luminotécnicos que indiquen si el diseño que se ha elegido cumple con la normativa y con los requisitos fotométricos necesarios para cada zona según el reglamento.

Se realizará un estudio para evaluar niveles fotométricos básicos como la luminancia media, nivel de iluminancia, deslumbramiento perturbador... explicados anteriormente y que determinarán la viabilidad de los diseños escogidos para este proyecto de alumbrado.

Para realizar este estudio se empleará el programa de software informático Dialux, el cual pertenece a la empresa Philips, y el cual nos dará toda la información necesaria sobre la instalación y la comparará con valores que cumplen la normativa en función de la clasificación de los datos de entrada tales como interdistancias entre puntos de luz, altura de las luminarias, número de luminarias, potencia y flujo de las mismas etc.

Se considera un factor de mantenimiento constante y de valor 0,9, debido al tipo de lámpara que hemos escogido.

Como se trata de una obra de reforma y mejora del alumbrado actual, fijaremos primero los resultados tal cual se encuentra la instalación en el momento actual, y los resultados obtenidos con las nuevas luminarias, una vez se realice la actuación.

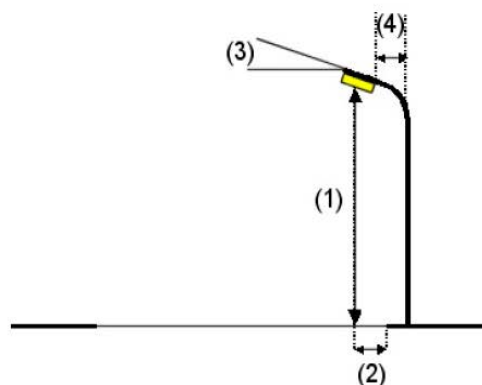
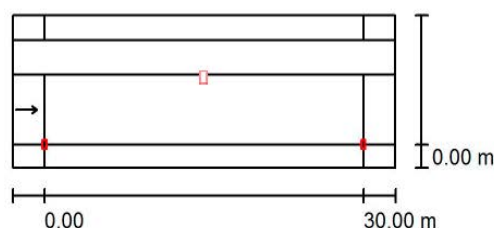
## Calle Domingo Malagon (estado actual) 150 VSAP / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.000 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 3.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.67

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS SPP368 1xSON-T150W SGR CP P-A30
Flujo luminoso (Luminaria):	11400 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	15000 lm
Potencia de las luminarias:	169.0 W
Organización:	Tresbolillo
Distancia entre 2 mástiles:	15.000 m
Altura de montaje (1):	8.000 m 7.725
Altura del punto de luz:	m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.650 m

Valores máximos de la intensidad lumínica  
con 70°: 361 cd/klm  
con 80°: 92 cd/klm  
con 90°: 0.00 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

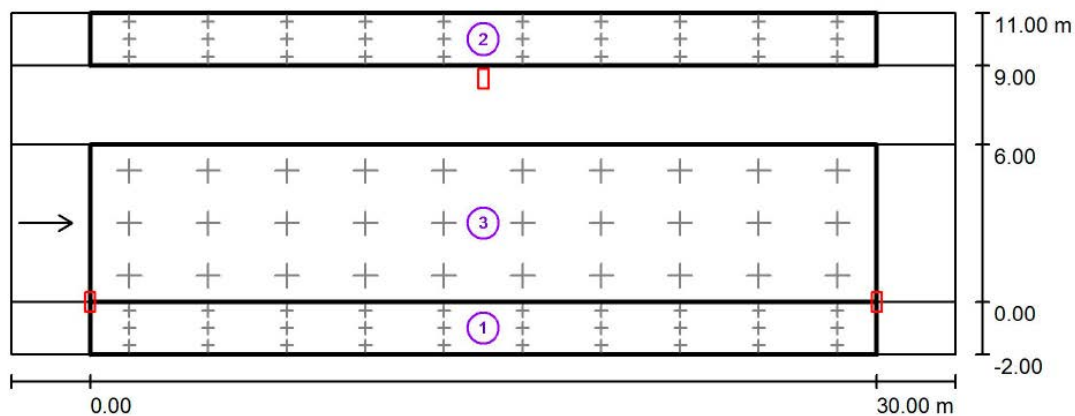


La luminaria actual colocada, es el modelo PHILIPS SPP368 1xSON-T150W SGR CP P-A30. La disposición de la calle es a Tresbolillo (bilateral desplazado) y esta calle, de dirección única, cuenta con un carril de estacionamiento y una acera a cada lado. La clasificación de la vía es ME4b y la de las aceras S1.

Los resultados obtenidos, para esta configuración actual son los que siguen:



### Calle Domingo Malagon (estado actual) 150 VSAP / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:258

#### Lista del recuadro de evaluación

##### 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S1 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
19.48	13.04
$\geq 15.00$	$\geq 5.00$
✓	✓

Como podemos observar, tanto las aceras, como la calzada, actualmente cumplen sobradamente con todos los requerimientos que establece el RD 1890/2008.

Al final de la definición de los datos se realizará un resumen general de situación.



Figura 17: Detalle Calle Domingo Malagón

### **CALLE DOMINGO MALAGÓN (situación futura LED):**

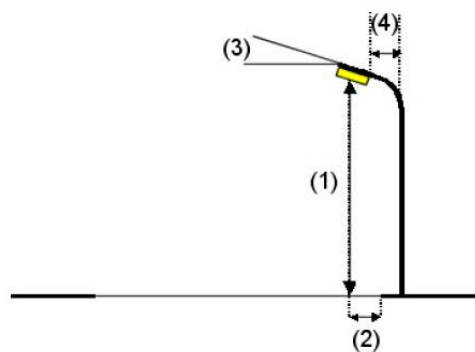
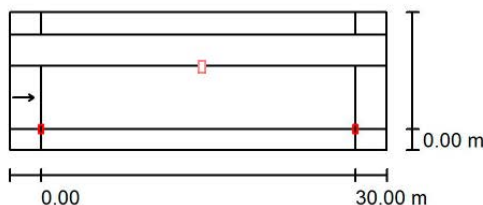
#### **Calle Domingo Malagon (nuevo) LED / Datos de planificación**

##### **Perfil de la vía pública**

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.000 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 3.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.90

##### **Disposiciones de las luminarias**



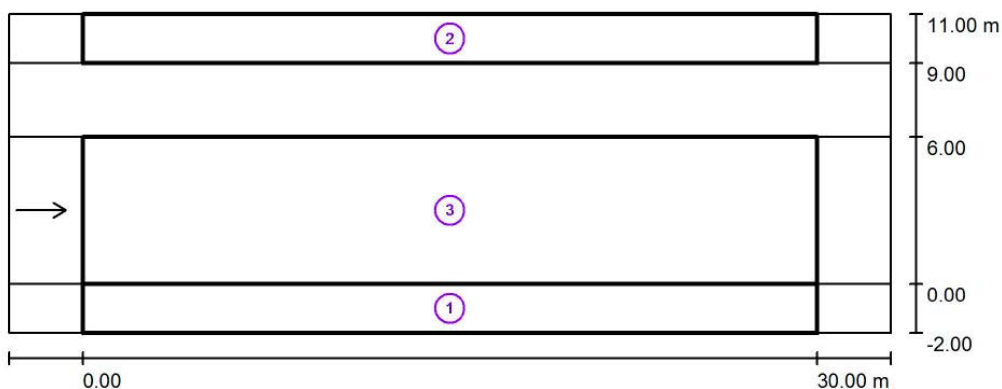
Luminaria:	CREE XSP2 XSPA2F+E-U*Q XSP2 Double Module F Conf.E	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Luminaria):	6887 lm	con 70°: 267 cd/klm
Flujo luminoso (Lámparas):	7476 lm	con 80°: 31 cd/klm
Potencia de las luminarias:	65.0 W	con 90°: 0.00 cd/klm
Organización:	Tresbolillo	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Distancia entre 2 mástiles:	15.000 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Altura de montaje (1):	8.000 m 7.900	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G6.
Altura del punto de luz:	m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m	
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.650 m	



La luminaria nueva propuesta, es el modelo XSP2 en configuración E (65W), de CREE LIGHTING. La principal ventaja con respecto al actual, es la diferencia de potencia instalada (-61,15%), y por supuesto, la calidad de la luz en 4.000K, a diferencia de los 1.800K del Vapor de Sodio de Alta Presión.

Los resultados obtenidos, para esta configuración futura con luminarias XSP2 de CREE LIGHTING son los que siguen:

### Calle Domingo Malagon (nuevo) LED / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.90

Escala 1:258

#### Lista del recuadro de evaluación

- Recuadro de evaluación Camino peatonal 1  
Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.  
Clase de iluminación seleccionada: S1 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores de consigna según clase:	19.72	11.97
Cumplido/No cumplido:	$\geq 15.00$	$\geq 5.00$
	✓	✓

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S1

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	17.67	10.18
Valores de consigna según clase:	$\geq 15.00$	$\geq 5.00$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 6.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.43	0.86	0.84	4	0.80
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

**Resumen Estudio Luminotécnico de la Actuación de Mejora de Alumbrado sobre la calle Domingo Malagón:**

**A).- Calzada:**

	$L_m$	U0	UI	Ti	SR
Valores de Consigna Según Clase ME4b	$\geq 0,75$	$\geq 0,40$	$\geq 0,50$	$\leq 15$	$\geq 0,50$
Calzada situación actual	1,81	0,75	0,80	9	0,70
Calzada situación futura con LED	1,43	0,86	0,84	4	0,80

**B).- Acera 1:**

	$E_m$ (lux)	$E_{min}$ (lux)
Valores de Consigna Según Clase S1	$\geq 15$	$\geq 5$
Acera 1 situación actual	19,48	13,04
Acera 1 situación futura con LED	19,72	11,97

**C).- Acera 2:**

	$E_m$ (lux)	$E_{min}$ (lux)
Valores de Consigna Según Clase S1	$\geq 15$	$\geq 5$
Acera 1 situación actual	18,63	12,48
Acera 1 situación futura con LED	17,67	10,18

Como podemos apreciar en las tablas de más arriba, con respecto la situación actual, mejoramos enormemente en parámetros de uniformidad, lo que redundará en un mejor confort visual. Se cumple sobradamente con el parámetro  $L_m$  (iluminancia media), y sobre todo, se reduce la potencia instalada un 61,5%.

En cuanto a las aceras, se cumplen asimismo todos los parámetros requeridos.



### **CALLE CRISTINA SÁNCHEZ (estado actual):**

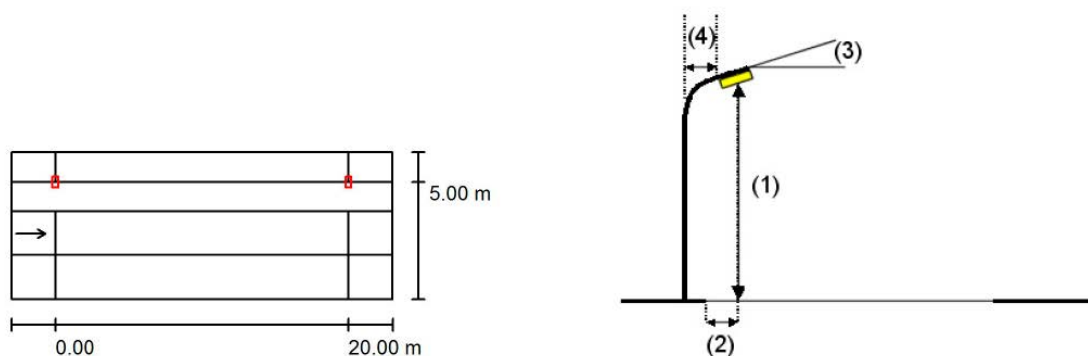
#### **Calle Cristina Sánchez (estado actual) 150 VSAP / Datos de planificación**

##### **Perfil de la vía pública**

Acera 2	(Anchura: 2.000 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Acera 1	(Anchura: 3.000 m)

Factor mantenimiento: 0.67

##### **Disposiciones de las luminarias**



Luminaria:	PHILIPS SPP368 1xSON-T150W SGR CP P-A30
Flujo luminoso (Luminaria):	11400 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	15000 lm
Potencia de las luminarias:	169.0 W
Organización:	unilateral arriba
Distancia entre mástiles:	20.000 m
Altura de montaje (1):	8.000 m
Altura del punto de luz:	7.725 m
Saliente sobre la calzada (2):	-2.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.650 m

Valores máximos de la intensidad lumínica  
 con 70°: 361 cd/klm  
 con 80°: 92 cd/klm  
 con 90°: 0.00 cd/klm

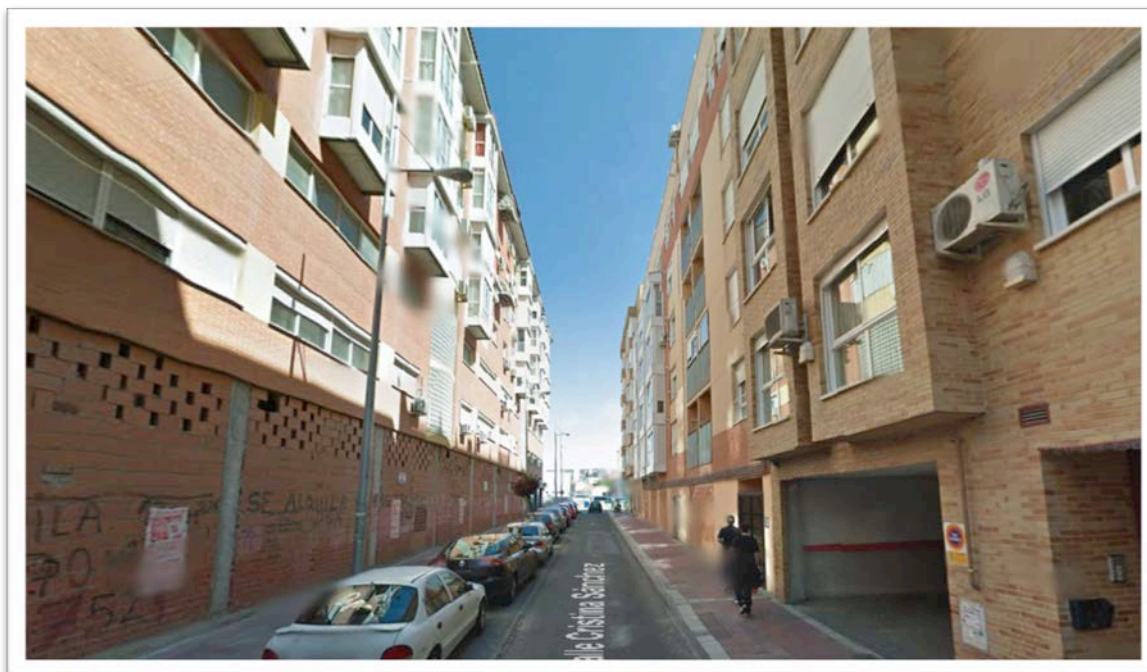
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.  
 La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.



La luminaria actual colocada, es el modelo PHILIPS SPP368 1xSON-T150W SGR CP P-A30. La disposición de la calle es unilateral, de dirección única, cuenta con un carril de estacionamiento y una acera a cada lado. La clasificación de la vía es ME4b y la de las aceras S2.



**Figura 18: Detalle Calle Cristina Sánchez**



Los resultados obtenidos, para esta configuración actual son los que siguen:

**Calle Cristina Sánchez (estado actual) 150 VSAP / Resultados luminotécnicos**



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:186

**Lista del recuadro de evaluación**

**1 Acera 1**

Longitud: 20.000 m, Anchura: 3.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Acera 1.

Clase de iluminación seleccionada: S2 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	20.61	15.68
Valores de consigna según clase:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
Cumplido/No cumplido:	<b>X</b> <sup>1</sup>	<b>✓</b>

<sup>1</sup> Atención: Para garantizar una cierta uniformidad, el valor efectivo de la intensidad lumínica media no debe superar el 150% del valor mínimo previsto para la clase.

2 Acera 2

Longitud: 20.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Acera 2.

Clase de iluminación seleccionada: S2

(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	16.77	9.87
Valores de consigna según clase:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
Cumplido/No cumplido:	X <sup>1</sup>	✓

<sup>1</sup> Atención: Para garantizar una cierta uniformidad, el valor efectivo de la intensidad lumínica media no debe superar el 150% del valor mínimo previsto para la clase.

3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 20.000 m, Anchura: 3.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.57	0.87	0.91	9	0.80
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

De los resultados obtenidos, podemos observar que existe un incumplimiento en la iluminación de las aceras por exceso, tanto en la acera 1 como en la acera 2, que deben cumplir los parámetros requeridos para una iluminación E1-S2. En cuanto a la iluminación de la calzada, cumple sobradamente las prescripciones del RD de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Público.

### **CALLE CRISTINA SÁNCHEZ (situación futura LED):**

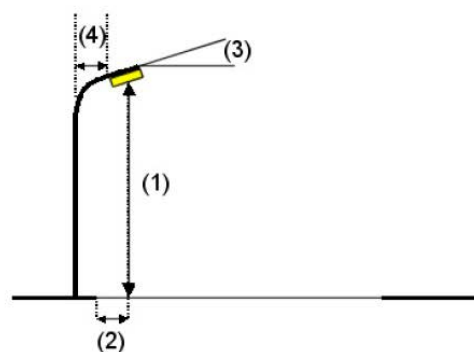
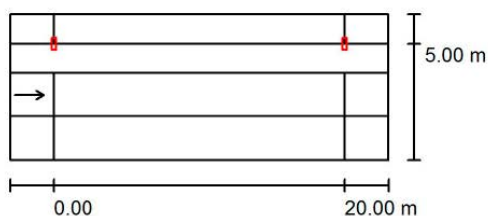
#### **Calle Cristina Sánchez (nuevo) LED / Datos de planificación**

##### **Perfil de la vía pública**

Acera 2	(Anchura: 2.000 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Acera 1	(Anchura: 3.000 m)

Factor mantenimiento: 0.90

##### **Disposiciones de las luminarias**



Luminaria:	CREE XSP1 XSPA2F±A-U* XSP1 Single Module F Conf.A
Flujo luminoso (Luminaria):	4919 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	5340 lm
Potencia de las luminarias:	53.0 W
Organización:	unilateral arriba
Distancia entre mástiles:	20.000 m
Altura de montaje (1):	8.000 m
Altura del punto de luz:	7.900 m
Saliente sobre la calzada (2):	-2.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.650 m

Valores máximos de la intensidad lumínica  
con 70°: 267 cd/klm  
con 80°: 31 cd/klm  
con 90°: 0.00 cd/klm  
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).  
Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G6.  
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

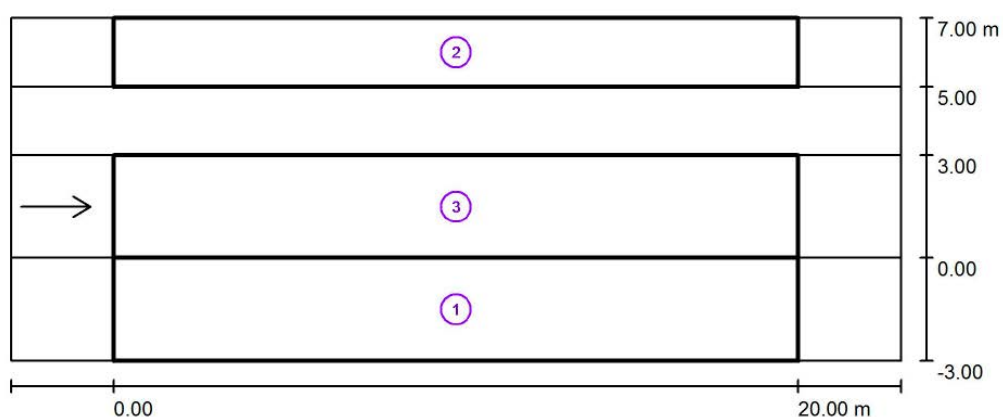


La luminaria nueva propuesta, es el modelo XSP1 (53W), de CREE LIGHTING. La principal ventaja con respecto al actual, es la diferencia de potencia instalada (169 en VSAP contra 53W en LED), y por supuesto, la calidad de la luz en 4.000K, a diferencia de los 1.800K del

Vapor de Sodio de Alta Presión.

Los resultados obtenidos, para esta configuración futura con luminarias XSP1 de CREE LIGHTING son los que siguen:

### Calle Cristina Sánchez (nuevo) LED / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.90

Escala 1:186

#### Lista del recuadro de evaluación

- 1 Acera 1  
Longitud: 20.000 m, Anchura: 3.000 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Acera 1.  
Clase de iluminación seleccionada: S2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	13.00	11.18
Valores de consigna según clase:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

- 2 Acera 2  
Longitud: 20.000 m, Anchura: 2.000 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Acera 2.  
Clase de iluminación seleccionada: S2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
- |                                  | $E_m$ [lx]   | $E_{min}$ [lx] |
|----------------------------------|--------------|----------------|
| Valores reales según cálculo:    | 12.79        | 8.17           |
| Valores de consigna según clase: | $\geq 10.00$ | $\geq 3.00$    |
| Cumplido/No cumplido:            | ✓            | ✓              |
- 3 Recuadro de evaluación Calzada 1  
Longitud: 20.000 m, Anchura: 3.000 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
Revestimiento de la calzada: R3,  $q_0$ : 0.070  
Clase de iluminación seleccionada: ME4b (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
- |                                  | $L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ] | U0          | UI          | TI [%]    | SR          |
|----------------------------------|----------------------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| Valores reales según cálculo:    | 0.83                       | 0.78        | 0.81        | 4         | 0.93        |
| Valores de consigna según clase: | $\geq 0.75$                | $\geq 0.40$ | $\geq 0.50$ | $\leq 15$ | $\geq 0.50$ |
| Cumplido/No cumplido:            | ✓                          | ✓           | ✓           | ✓         | ✓           |

Los resultados para la nueva instalación, se ajustan más al tipo de calzada ME4b y sobre todo a la iluminación de las aceras, cumpliendo todos los parámetros requeridos para E1-S2.

### **Resumen Estudio Luminotécnico de la Actuación de Mejora de Alumbrado sobre la calle Cristina Sánchez:**

#### **A).- Calzada:**

	$L_m$	U0	UI	Ti	SR
Valores de Consigna Según Clase ME4b	$\geq 0,75$	$\geq 0,40$	$\geq 0,50$	$\leq 15$	$\geq 0,50$
Calzada situación actual	1,57	0,87	0,91	9	0,80
Calzada situación futura con LED	0,83	0,78	0,81	4	0,93

**B).- Acera 1:**

	$E_m$ (lux)	$E_{min}$ (lux)
Valores de Consigna Según Clase S2	$\geq 10$	$\geq 3$
Acera 1 situación actual	20,61	15,68
Acera 1 situación futura con LED	13	11,18

**C).- Acera 2:**

	$E_m$ (lux)	$E_{min}$ (lux)
Valores de Consigna Según Clase S2	$\geq 10$	$\geq 3$
Acera 1 situación actual	16,77	11,18
Acera 1 situación futura con LED	12,79	8,17

Como podemos apreciar en las tablas de más arriba, con respecto a la situación actual se cumple sobradamente con el parámetro  $L_m$  (iluminancia media), y sobre todo, se reduce la potencia instalada un 69,23%.

En cuanto a las aceras, se cumplen asimismo todos los parámetros requeridos.

### **CALLE CAROLINA CORONADO (situación actual):**

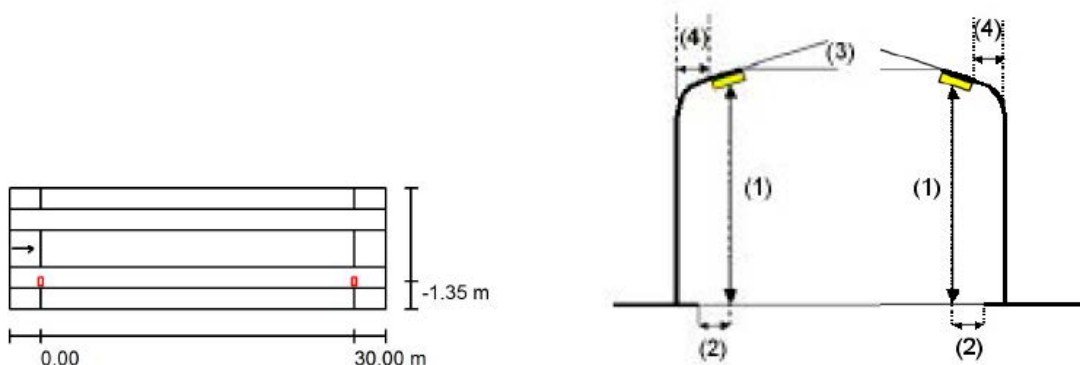
#### **Calle Carolina Coronado (estado actual) 150 VSAP / Datos de planificación**

##### **Perfil de la vía pública**

Acera 1	(Anchura: 2.000 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 3.500 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.000 m)
Acera 2	(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.67

##### **Disposiciones de las luminarias**



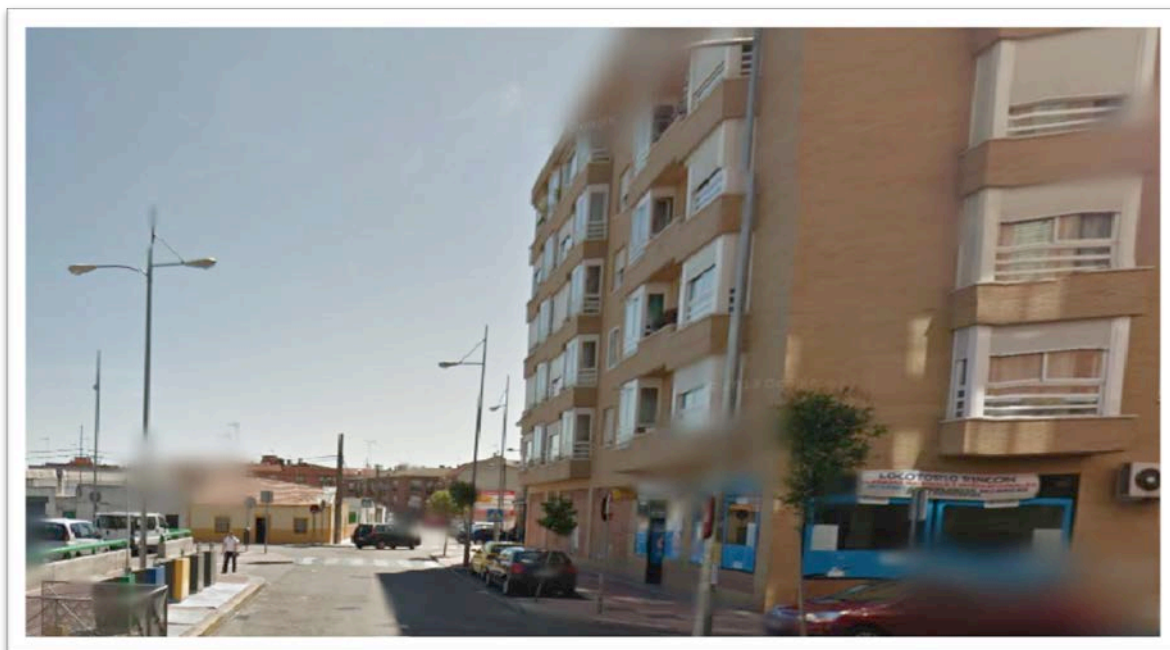
Luminaria:	PHILIPS SPP368 1xSON-T150W SGR CP P-A30
Flujo luminoso (Luminaria):	11400 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	15000 lm
Potencia de las luminarias:	169.0 W
Organización:	tresbolillo
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	8.000 m
Altura del punto de luz:	7.725 m
Saliente sobre la calzada (2):	-1.350 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.650 m

Valores máximos de la intensidad lumínica  
con 70°: 361 cd/klm  
con 80°: 92 cd/klm  
con 90°: 0.00 cd/klm  
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).  
Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.  
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.



La luminaria actual colocada, es el modelo PHILIPS SPP368 1xSON-T150W SGR CP P-A30 (detalle al margen). La disposición de la calle es bilateral desplazado (tresbolillo), de dirección única, cuenta con un carril de estacionamiento y una acera a cada lado. La clasificación de la vía es ME4b y la de las aceras S2.





**Figura 19: Detalle Calle Carolina Coronado**



Los resultados obtenidos, para esta configuración actual son los que siguen:

### Calle Carolina Coronado (estado actual) 150 VSAP / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:258

#### Lista del recuadro de evaluación

##### 1 Acera 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Acera 1.

Clase de iluminación seleccionada: S2 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	21.62	14.83
Valores de consigna según clase:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
Cumplido/No cumplido:	<span style="color: red;">X</span> 1	<span style="color: green;">✓</span>

<sup>1</sup> Atención: Para garantizar una cierta uniformidad, el valor efectivo de la intensidad lumínica media no debe superar el 150% del valor mínimo previsto para la clase.

2 Aceral 2

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Aceral 2.

Clase de iluminación seleccionada: S2

(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	21.62	14.83
Valores de consigna según clase:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
Cumplido/No cumplido:	<span style="color: red;">✗</span> <sup>1</sup>	<span style="color: green;">✓</span>

<sup>1</sup> Atención: Para garantizar una cierta uniformidad, el valor efectivo de la intensidad luminica media no debe superar el 150% del valor mínimo previsto para la clase.

3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 3.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	2.09	0.91	0.88	8	0.80
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	<span style="color: green;">✓</span>	<span style="color: green;">✓</span>	<span style="color: green;">✓</span>	<span style="color: green;">✓</span>	<span style="color: green;">✓</span>

Como podemos observar, la disposición cumple sobradamente los requerimientos ME4b para calzada, sin embargo, existe un exceso de iluminación en ambas aceras para la clase E1-S2. Se procede por tanto corregir ese exceso.

### **CALLE CAROLINA CORONADO (situación futura LED):**

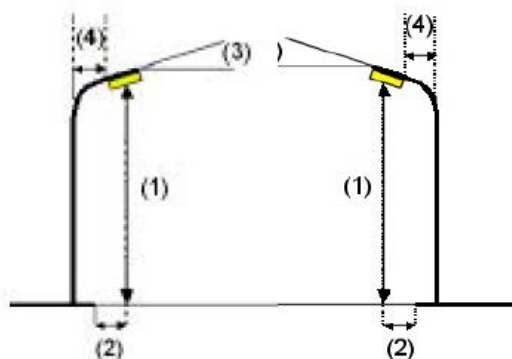
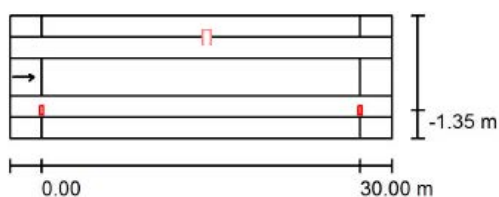
#### **Calle Carolina Coronado (nuevo) LED / Datos de planificación**

##### **Perfil de la vía pública**

Acera 1	(Anchura: 2.000 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 3.500 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.000 m)
Acera 2	(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.90

##### **Disposiciones de las luminarias**



Luminaria:	CREE XSP1 XSPA2F±A-U* XSP1 Single Module F Conf.D
Flujo luminoso (Luminaria):	4112 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	5340 lm
Potencia de las luminarias:	38.0 W
Organización:	tresbolillo
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	8.000 m
Altura del punto de luz:	7.900 m
Saliente sobre la calzada (2):	-1.350 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.650 m

Valores máximos de la intensidad lumínica  
con 70°: 267 cd/klm  
con 80°: 31 cd/klm  
con 90°: 0.00 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G6.

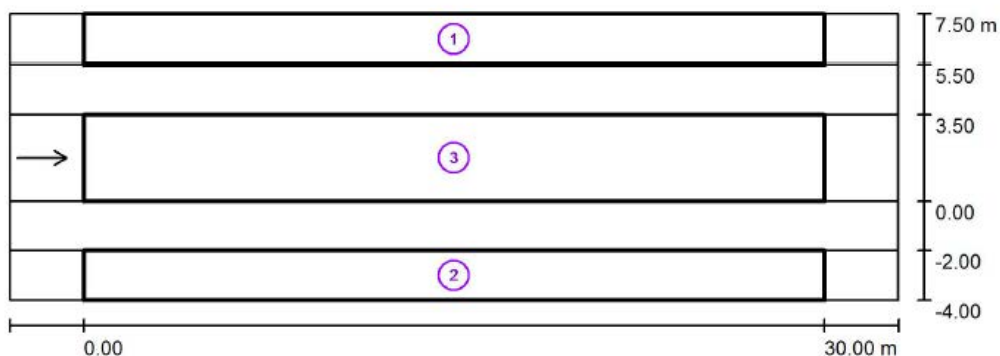
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.



La luminaria nueva propuesta, es el modelo XSP1 en configuración D (38W), de CREE LIGHTING. La principal ventaja con respecto al actual, es la diferencia de potencia instalada (169W actual contra 38W futuro), y por supuesto, la calidad de la luz en 4.000K, a diferencia de los 1.800K del Vapor de Sodio de Alta Presión.

Los resultados obtenidos, para esta configuración futura con luminarias XSP1 en configuración D (38W) de CREE LIGHTING son los que siguen:

### Calle Carolina Coronado (nuevo) LED / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.90

Escala 1:258

#### Lista del recuadro de evaluación

##### 1 Acera 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Acera 1.  
Clase de iluminación seleccionada: S2

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores de consigna según clase:	11.92	9.06
Cumplido/No cumplido:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
	✓	✓

##### 2 Acera 2

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Acera 2.  
Clase de iluminación seleccionada: S2

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores de consigna según clase:	11.92	9.06
Cumplido/No cumplido:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
	✓	✓

##### 3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 3.500 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
Revestimiento de la calzada: R3,  $q_0$ : 0.070  
Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores de consigna según clase:	0.90	0.90	0.93	4	0.88
Cumplido/No cumplido:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
	✓	✓	✓	✓	✓

Como podemos apreciar, con la nueva iluminación LED, los parámetros están todos dentro de los requerimientos para las diferentes clases de alumbrado, consiguiendo una reducción de potencia muy significativa.

**Resumen Estudio Luminotécnico de la Actuación de Mejora de Alumbrado sobre la calle Carolina Coronado:**

**A).- Calzada:**

	$L_m$	UO	UI	Ti	SR
Valores de Consigna Según Clase ME4b	$\geq 0,75$	$\geq 0,40$	$\geq 0,50$	$\leq 15$	$\geq 0,50$
Calzada situación actual	2,09	0,91	0,88	8	0,80
Calzada situación futura con LED	0,90	0,90	0,93	4	0,88

**B).- Acera 1:**

	$E_m$ (lux)	$E_{min}$ (lux)
Valores de Consigna Según Clase S2	$\geq 10$	$\geq 3$
Acera 1 situación actual	20,62	14,83
Acera 1 situación futura con LED	11,92	9,06

**C).- Acera 2:**

	$E_m$ (lux)	$E_{min}$ (lux)
Valores de Consigna Según Clase S2	$\geq 10$	$\geq 3$
Acera 1 situación actual	21,62	9,06
Acera 1 situación futura con LED	11,92	9,06

Como podemos apreciar en las tablas de más arriba, con respecto la situación actual se cumple sobradamente con el parámetro  $L_m$  (iluminancia media), y sobre todo, se reduce la potencia instalada: 169W por unidad, contra 38W con la nueva situación futura.

En cuanto a las aceras, se cumplen asimismo todos los parámetros requeridos.

### ***Calle Gabriel y Galán (Situación Actual):***

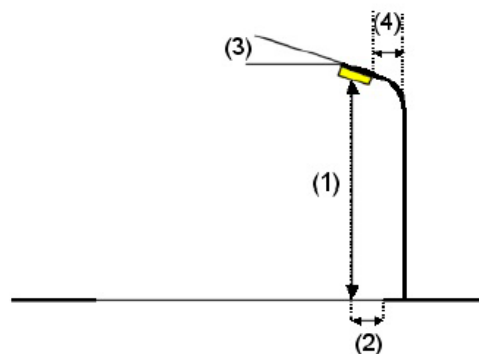
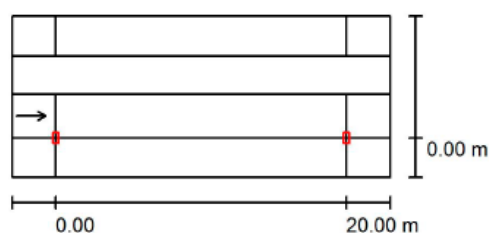
#### **Calle Gabriel y Galán (estado actual) primer sector VSAP / Datos de planificación**

##### **Perfil de la vía pública**

Camino peatonal 1	(Anchura: 2.700 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 2	(Anchura: 2.700 m)

Factor mantenimiento: 0.67

##### **Disposiciones de las luminarias**



Luminaria:	PHILIPS SPP368 1xSON-T150W SGR CP P-A30
Flujo luminoso (Luminaria):	11400 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	15000 lm
Potencia de las luminarias:	169.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	20.000 m
Altura de montaje (1):	8.000 m
Altura del punto de luz:	7.725 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.650 m

Valores máximos de la intensidad luminica  
con 70°: 361 cd/klm  
con 80°: 92 cd/klm  
con 90°: 0.00 cd/klm  
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).  
Ninguna intensidad luminica por encima de 90°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad luminica G4.  
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.



La luminaria actual colocada, es el modelo PHILIPS SPP368 1xSON-T150W SGR CP P-A30. La disposición de la calle es unilateral, de dirección única, cuenta con un carril de estacionamiento en línea a un solo lado, y una acera a cada lado. La clasificación de la vía es ME4b y la de las aceras S2.



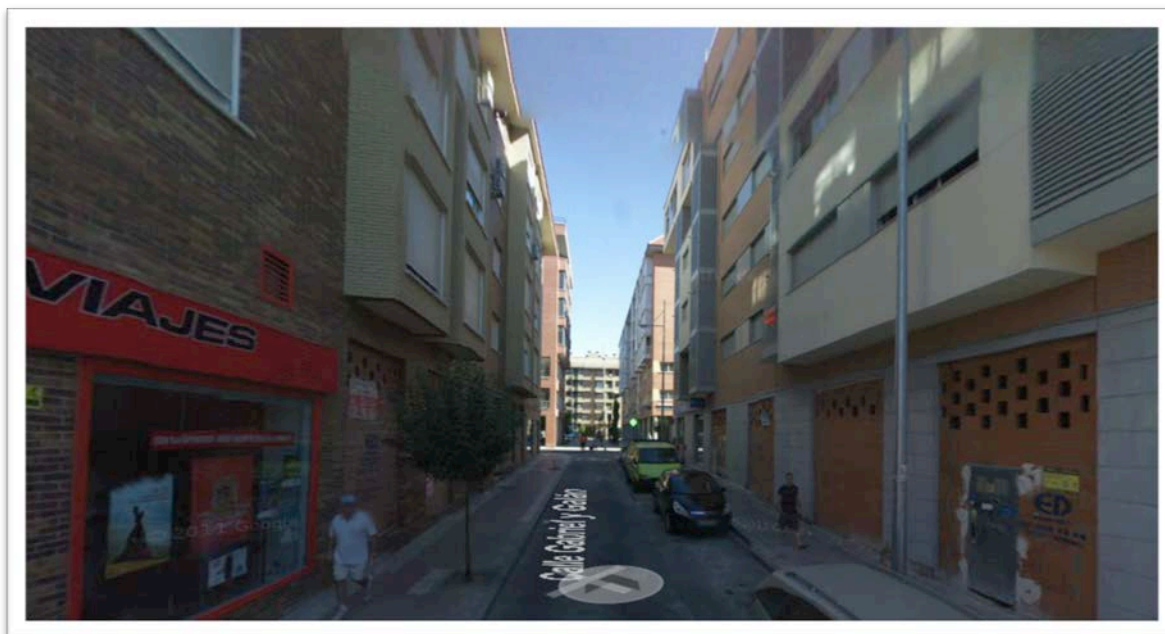
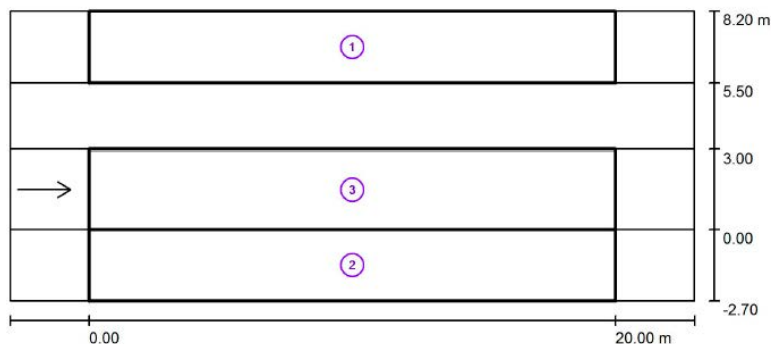


Figura 20: Detalle calle Gabriel y Galán

Los resultados luminotécnicos, para la configuración actual, son como siguen:

**Calle Gabriel y Galan (estado actual) primer sector VSAP / Resultados luminotécnicos**



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:186

**Lista del recuadro de evaluación**

**1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1**

Longitud: 20.000 m, Anchura: 2.700 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S2 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	19.36	15.01
Valores de consigna según clase:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
Cumplido/No cumplido:	<b>X</b> <sup>1</sup>	<b>✓</b>

<sup>1</sup> Atención: Para garantizar una cierta uniformidad, el valor efectivo de la intensidad luminica media no debe superar el 150% del valor mínimo previsto para la clase.

**2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2**

Longitud: 20.000 m, Anchura: 2.700 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S2 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	16.41	9.56
Valores de consigna según clase:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
Cumplido/No cumplido:	<b>X</b> <sup>1</sup>	<b>✓</b>

<sup>1</sup> Atención: Para garantizar una cierta uniformidad, el valor efectivo de la intensidad luminica media no debe superar el 150% del valor mínimo previsto para la clase.

**3 Recuadro de evaluación Calzada 1**

Longitud: 20.000 m, Anchura: 3.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4b (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.45	0.85	0.90	7	1.05
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	<b>✓</b>	<b>✓</b>	<b>✓</b>	<b>✓</b>	<b>✓</b>



Como podemos observar, la disposición cumple sobradamente los requerimientos ME4b para calzada, sin embargo, existe un exceso de iluminación en ambas aceras para la clase E1-S2. Procede por tanto corregir ese exceso.

### ***Calle Gabriel y Galán, Situación Futura (LED):***

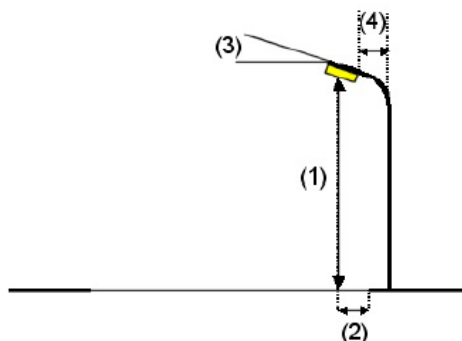
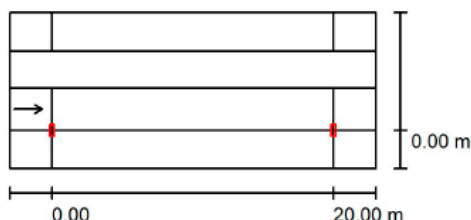
#### **Calle Gabriel y Galan (nuevo) primer sector LED / Datos de planificación**

##### **Perfil de la vía pública**

Camino peatonal 1	(Anchura: 2.700 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 2	(Anchura: 2.700 m)

Factor mantenimiento: 0.90

##### **Disposiciones de las luminarias**



Luminaria:	CREE XSP1 XSPA2F1A-U* XSP1 Single Module F Conf.A
Flujo luminoso (Luminaria):	4919 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	5340 lm
Potencia de las luminarias:	53.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	20.000 m
Altura de montaje (1):	8.000 m
Altura del punto de luz:	7.900 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.650 m

Valores máximos de la intensidad luminica  
con 70°: 267 cd/klm  
con 80°: 31 cd/klm  
con 90°: 0.00 cd/klm  
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).  
Ninguna intensidad luminica por encima de 90°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad luminica G6.  
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.



La luminaria nueva propuesta, es el modelo XSP1 (52W), de CREE LIGHTING. La principal ventaja con respecto al actual, es la diferencia de potencia instalada (169W actual contra 52W futuro), y por supuesto, la calidad de la luz en 4.000 K, a diferencia de los 1.800 K del Vapor de Sodio de Alta Presión.

Los resultados obtenidos, para esta configuración futura con luminarias XSP1 en configuración D (38W) de CREE LIGHTING son los que siguen:

### Calle Gabriel y Galan (nuevo) primer sector LED / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.90

Escala 1:186

#### Lista del recuadro de evaluación

- Recuadro de evaluación Camino peatonal 1  
Longitud: 20.000 m, Anchura: 2.700 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.  
Clase de iluminación seleccionada: S2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores de consigna según clase:	12.77	11.29
Cumplido/No cumplido:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
	✓	✓

### Resumen Estudio Luminotécnico de la Actuación de Mejora de Alumbrado sobre la calle Gabriel y Galán:

#### A).- Calzada:

	$L_m$	UO	UI	Ti	SR
Valores de Consigna Según Clase ME4b	$\geq 0,75$	$\geq 0,40$	$\geq 0,50$	$\leq 15$	$\geq 0,50$
Calzada situación actual	1,45	0,85	0,90	7	1,05
Calzada situación futura con LED	1,02	0,80	0,77	4	0,88

**B).- Acera 1:**

	$E_m$ (lux)	$E_{min}$ (lux)
Valores de Consigna Según Clase S2	$\geq 10$	$\geq 3$
Acera 1 situación actual	19,36	15,01
Acera 1 situación futura con LED	12,77	11,29

**C).- Acera 2:**

	$E_m$ (lux)	$E_{min}$ (lux)
Valores de Consigna Según Clase S2	$\geq 10$	$\geq 3$
Acera 1 situación actual	16,41	9,56
Acera 1 situación futura con LED	11,96	7,13

Como podemos apreciar en las tablas de más arriba, con respecto la situación actual se cumple sobradamente con el parámetro  $L_m$  (iluminancia media), y sobre todo, se reduce la potencia instalada: 169W por unidad, contra 52W con la nueva situación futura.

En cuanto a las aceras, se cumplen asimismo todos los parámetros requeridos.

### **Calle San Antón (Situación Actual):**

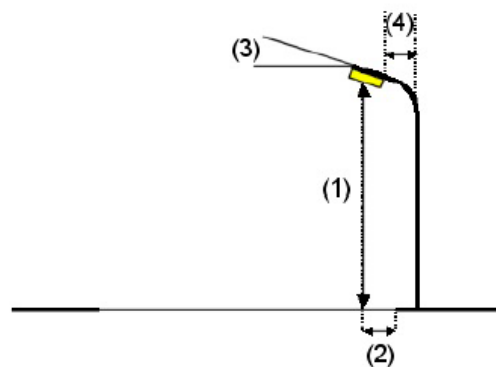
#### **Calle San Antón (estado actual) primer sector VSAP / Datos de planificación**

##### **Perfil de la vía pública**

Camino peatonal 1	(Anchura: 2.700 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 2	(Anchura: 2.700 m)

Factor mantenimiento: 0.67

##### **Disposiciones de las luminarias**



Luminaria:	PHILIPS SPP368 1xSON-T150W SGR CP P-A30	
Flujo luminoso (Luminaria):	11400 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	15000 lm	con 70°: 361 cd/klm
Potencia de las luminarias:	169.0 W	con 80°: 92 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 0.00 cd/klm
Distancia entre mástiles:	20.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	8.000 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Altura del punto de luz:	7.725 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.650 m	



La luminaria actual colocada, es el modelo PHILIPS SPP368 1xSON-T150W SGR CP P-A30. La disposición de la calle es unilateral, de dirección única, cuenta con un carril de estacionamiento en línea a un solo lado, y una acera a cada lado. La clasificación de la vía es ME4b y la de las aceras S2. Se trata del primer sector hasta la confluencia con la calle Carolina Coronado, pues su segundo sector pertenece ya a la plaza De Adolfo Marsillach, con iluminación zonal para parques y jardines.



**Figura 21: Detalle calle San Antón**

Los resultados luminotécnicos, para la configuración actual, son como siguen:

**Calle San Antón (estado actual) primer sector VSAP / Resultados luminotécnicos**



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:186

**Lista del recuadro de evaluación**

1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 20.000 m, Anchura: 2.700 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S2 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	19.36	15.01
Valores de consigna según clase:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
Cumplido/No cumplido:	<b>X</b> <sup>1</sup>	<b>✓</b>

<sup>1</sup> Atención: Para garantizar una cierta uniformidad, el valor efectivo de la intensidad luminica media no debe superar el 150% del valor mínimo previsto para la clase.

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 20.000 m, Anchura: 2.700 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S2 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	16.41	9.56
Valores de consigna según clase:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
Cumplido/No cumplido:	<span style="color: red;">X</span> 1	<span style="color: green;">✓</span>

<sup>1</sup> Atención: Para garantizar una cierta uniformidad, el valor efectivo de la intensidad luminica media no debe superar el 150% del valor mínimo previsto para la clase.

3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 20.000 m, Anchura: 3.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4b (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.45	0.85	0.90	7	1.05
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	<span style="color: green;">✓</span>	<span style="color: green;">✓</span>	<span style="color: green;">✓</span>	<span style="color: green;">✓</span>	<span style="color: green;">✓</span>

Como podemos observar, la disposición cumple sobradamente los requerimientos ME4b para calzada, sin embargo, existe un exceso de iluminación en ambas aceras para la clase E1-S2. Procede por tanto corregir ese exceso.



### *Calle San Antón, Situación Futura (LED):*

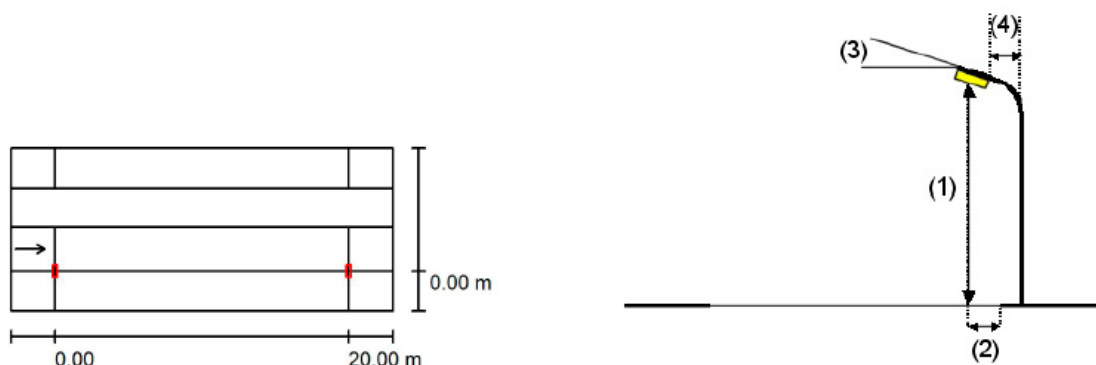
#### **Calle San Antón (nuevo) primer sector LED / Datos de planificación**

##### **Perfil de la vía pública**

Camino peatonal 1	(Anchura: 2.700 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 2	(Anchura: 2.700 m)

Factor mantenimiento: 0.90

##### **Disposiciones de las luminarias**



Luminaria:	CREE XSP1 XSPA2F1A-U* XSP1 Single Module F Conf.A
Flujo luminoso (Luminaria):	4919 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	5340 lm
Potencia de las luminarias:	53.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	20.000 m
Altura de montaje (1):	8.000 m
Altura del punto de luz:	7.900 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0°
Longitud del brazo (4):	0.650 m

Valores máximos de la intensidad lumínica  
con 70°: 267 cd/klm  
con 80°: 31 cd/klm  
con 90°: 0.00 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.

La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G6.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.



La luminaria nueva propuesta, es el modelo XSP1 (52W), de CREE LIGHTING. La principal ventaja con respecto al actual, es la diferencia de potencia instalada (169W actual contra 52W futuro), y por



supuesto, la calidad de la luz en 4.000K, a diferencia de los 1.800K del Vapor de Sodio de Alta Presión.

Los resultados obtenidos, para esta configuración futura con luminarias XSP1 en configuración D (38W) de CREE LIGHTING son los que siguen:

#### Calle San Antón (nuevo) primer sector LED / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.90

Escala 1:186

#### Lista del recuadro de evaluación

##### 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 20.000 m, Anchura: 2.700 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores de consigna según clase:	12.77	11.29
Cumplido/No cumplido:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
	✓	✓

##### 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 20.000 m, Anchura: 2.700 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores de consigna según clase:	11.96	7.13
Cumplido/No cumplido:	$\geq 10.00$	$\geq 3.00$
	✓	✓

##### 3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 20.000 m, Anchura: 3.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4b (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores de consigna según clase:	1.02	0.80	0.77	4	0.88
Cumplido/No cumplido:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
	✓	✓	✓	✓	✓

Como podemos apreciar, con la nueva iluminación LED, los parámetros están todos dentro de los requerimientos para las diferentes clases de alumbrado, consiguiendo una reducción de potencia muy significativa.

**Resumen Estudio Luminotécnico de la Actuación de Mejora de Alumbrado sobre la calle San Antón:**

**A).- Calzada:**

	$L_m$	UO	UI	Ti	SR
Valores de Consigna Según Clase ME4b	$\geq 0,75$	$\geq 0,40$	$\geq 0,50$	$\leq 15$	$\geq 0,50$
Calzada situación actual	1,45	0,85	0,90	7	1,05
Calzada situación futura con LED	1,02	0,80	0,77	4	0,88

**B).- Acera 1:**

	$E_m$ (lux)	$E_{min}$ (lux)
Valores de Consigna Según Clase S2	$\geq 10$	$\geq 3$
Acera 1 situación actual	19,36	15,01
Acera 1 situación futura con LED	12,77	11,29

**C).- Acera 2:**

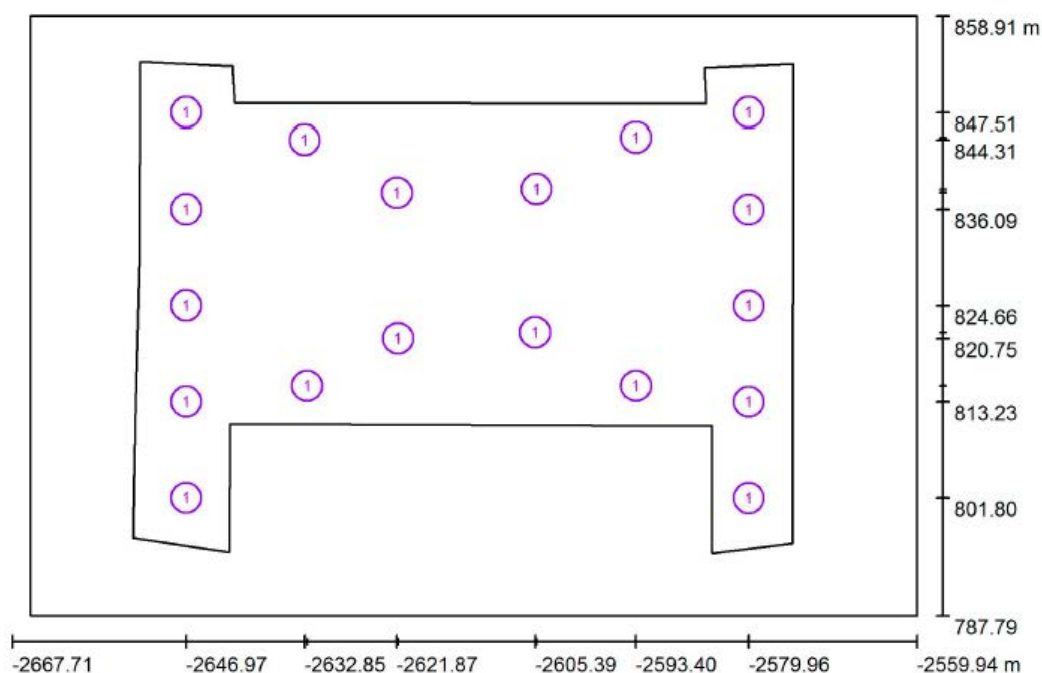
	$E_m$ (lux)	$E_{min}$ (lux)
Valores de Consigna Según Clase S2	$\geq 10$	$\geq 3$
Acera 1 situación actual	16,41	9,56
Acera 1 situación futura con LED	11,96	7,13

Como podemos apreciar en las tablas de más arriba, con respecto la situación actual se cumple sobradamente con el parámetro Lm (iluminancia media), y sobre todo, se reduce la potencia instalada: 169W por unidad, contra 52W con la nueva situación futura.

En cuanto a las aceras, se cumplen asimismo todos los parámetros requeridos.

### PLAZA ADOLFO MARSILLACH (Situación Actual):

#### Plaza de Adolfo Marsillach (ESTADO ACTUAL) / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 1.0%

Escala 1:771

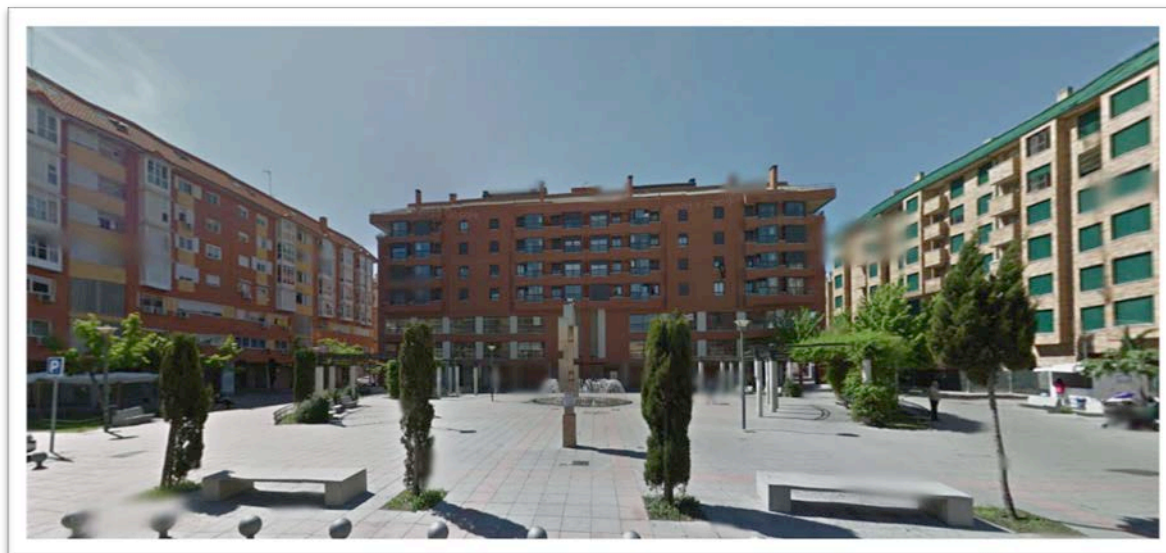
#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	18	PHILIPS EPS300 1xSON-TPP100W LO-D/I +GPS306 PCC-R-D500 (1.000)	2033	10700	114.0
Total:			36594	192600	2052.0



La luminaria actual colocada, es el modelo PHILIPS EPS300 1xSON-TPP100W LO-D/I. Es una luminaria equipada con una lámpara de Vapor de Sodio de Alta Presión de 100W. Su altura de colocación es de 3,5 metros y su disposición en la plaza es la

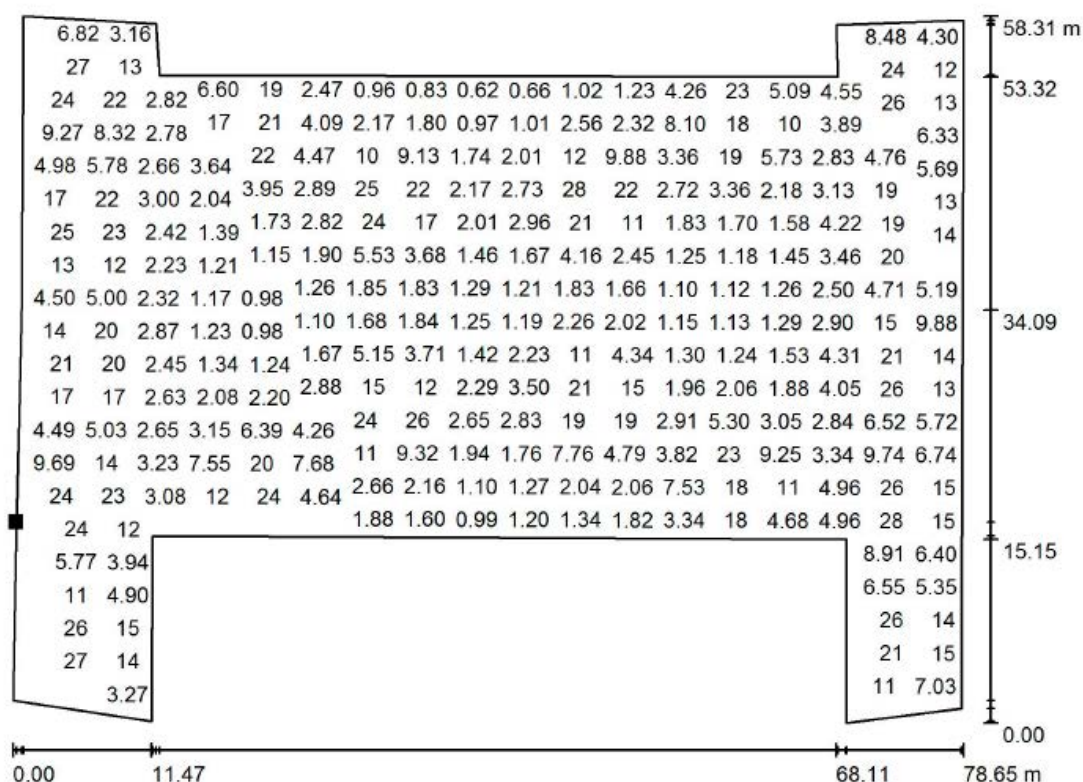
que figura en el gráfico de más arriba. (Se utiliza esta luminaria por desconocer exactamente el modelo actual colocado).



**Figura 22: Detalle Plaza Adolfo Marsillach**

Los resultados luminotécnicos, para la configuración actual, son como siguen:

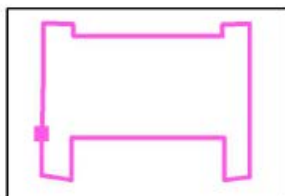
**Plaza de Adolfo Marsillach (ESTADO ACTUAL) / Elemento del suelo PLAZA / Superficie 1 / Gráfico de valores (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 563

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(-2653.023 m, 811.794 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
7.71

$E_{min}$  [lx]  
0.56

$E_{max}$  [lx]  
30

$E_{min} / E_m$   
0.073

$E_{min} / E_{max}$   
0.019



### CONSIDERACIONES GENERALES (a los resultados):

1).- El RD 1890/2008 por el que se aprueba en REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR, establece en su Instrucción Técnica Complementaria EA-02 la clasificación de las vías. En este caso, estamos ante una Plaza de uso exclusivo para peatones y un flujo de los mismos alto, y corresponde una clase de iluminación E1-CE2 como mínimo, por lo que veremos más adelante. Véase el siguiente cuadro:

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>
E1	• Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.	
	• Paradas de autobús con zonas de espera	
	• Áreas comerciales peatonales.	
	Flujo de tráfico de peatones	
	Alto .....	CE1A / CE2 / S1
	Normal .....	S2 / S3 / S4
E2	• Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.	
	Flujo de tráfico de peatones	
	Alto .....	CE1A / CE2 / S1
	Normal .....	S2 / S3 / S4

<sup>(1)</sup> Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Para la clasificación E1-S1, corresponden los siguientes parámetros mínimos:

Clase de Alumbrado ( <sup>1)</sup> )	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) [mínima mantenida <sup>(2)</sup> ]	Uniformidad Media $U_m$ [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

<sup>(2)</sup> También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

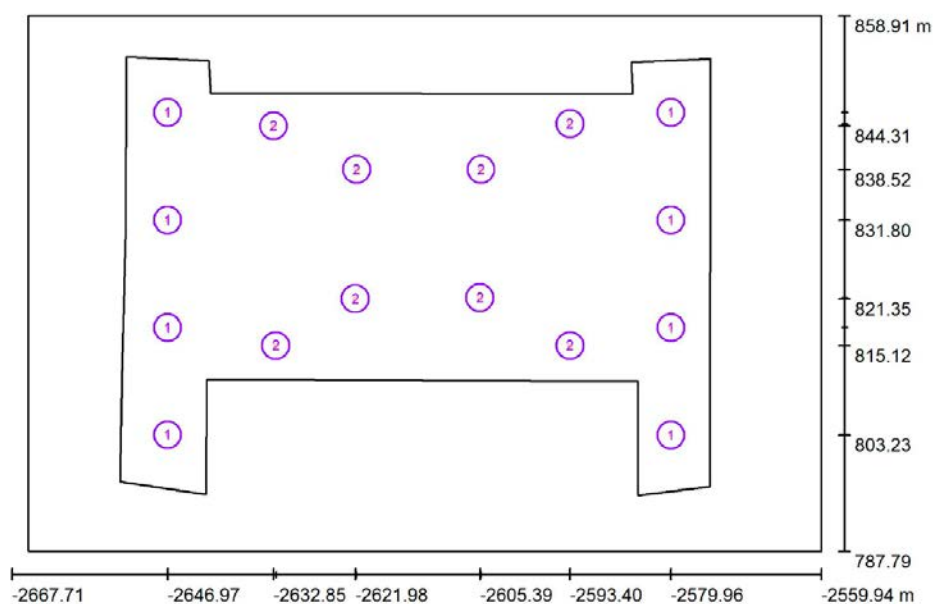
Por lo anterior, los requerimientos para esta zona son una iluminancia media ( $E_m$ ) de 20 lx y una Uniformidad media ( $U_m$ ) 0,40.

2).- Por otro lado la Orden VIV/561/2010 de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados, establece en su Artículo 5, apartado 2, subapartado letra i) del CAPITULO III, en relación a las Condiciones generales del itinerario peatonal accesible que “...En todo su desarrollo dispondrá de un nivel mínimo de iluminación de 20 luxes, proyectada de forma homogénea, evitándose el deslumbramiento ...”.

3).- De los puntos anteriores se desprende, que la situación actual NO CUMPLE con las normativas vigentes citadas, al estar muy por debajo de los parámetros requeridos, tanto en nivel de iluminación, y sobre todo a la uniformidad necesaria.

### Plaza Adolfo Marsillach (Situación Futura LED):

#### Plaza de Adolfo Marsillach (nuevo) / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.90, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:771

#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	CREE LXDQVM703E** Ledway Road QVM 30Led (Tipo 1)* (1.000)	5584	6832	70.0
2	8	CREE LXRQVM 04D** Edge Round QVM 40Led (Tipo 1)* (1.000)	6680	8540	93.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 98107

Total: 122976 1304.0





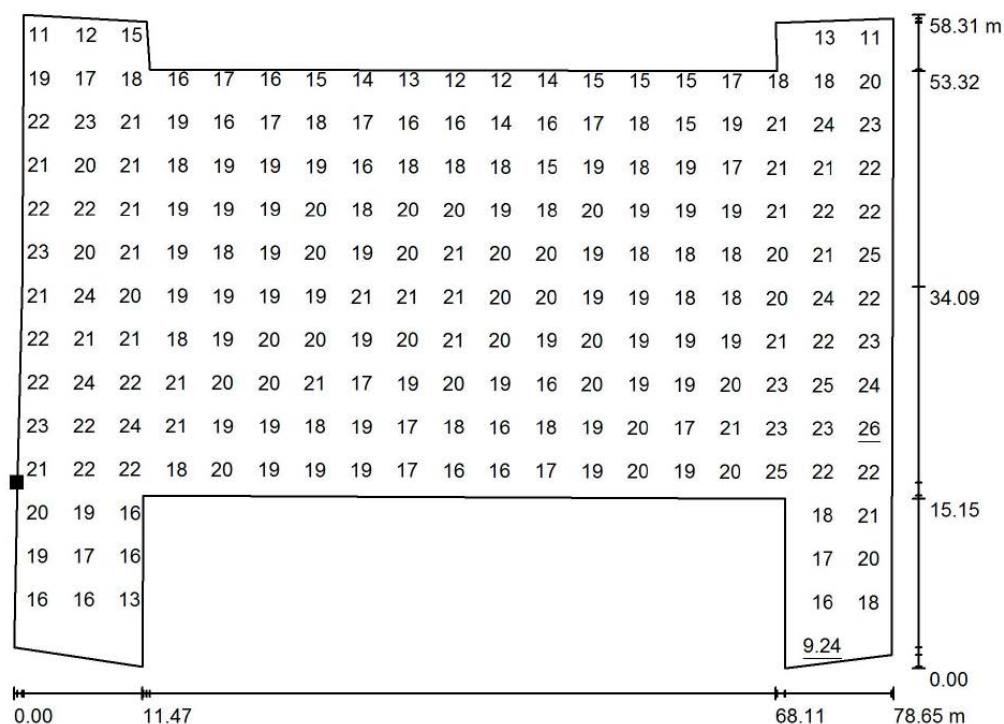
La luminaria nueva propuesta, es el modelo CREE EDGE ROUND de 40 LEDS, con una óptica denominada QVS que es una óptica extensiva y simétrica para bajas alturas. Para mantener al configuración actual de disposición y evitar el tener que realizar nuevas obras civiles, hemos decidido colocar la luminaria en dos potencias diferentes, para poder dar cobertura a los requerimientos lumínicos y de uniformidad requeridos por las normas más arriba citadas.

Asimismo, hemos decidido dar una mayor altura de colocación a las luminarias, con lo que es necesario la sustitución del báculo actual (3,5 metros de altura) por otro de 7 metros de altura. Esto es necesario para cubrir el parámetro de uniformidad. De cualquier forma, al ser una luminaria que cumple con la norma de contaminación lumínica, el flujo hacia el hemisferio superior es 0 y nos permite no perturbar a los vecinos de las viviendas más bajas.

No va a existir gran diferencia de potencia, teniendo en cuenta las necesidades de uniformidad y luminancia necesarias. Así, la potencia total instalada actualmente es de 1.600W y la propuesta es de 1.304W.

Los resultados obtenidos, para esta configuración futura con luminarias LED CREE EDGE ROUND en las configuraciones anteriormente indicadas, son los que siguen:

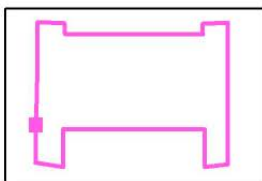
**Plaza de Adolfo Marsillach (nuevo) / Elemento del suelo PLAZA / Superficie 1 / Gráfico de valores (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 563

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(-2653.023 m, 811.794 m, 0.000 m)



Trama: 19 x 15 Puntos

$E_m$  [lx]  
20

$E_{min}$  [lx]  
9.24

$E_{max}$  [lx]  
26

$E_{min} / E_m$   
0.489

$E_{min} / E_{max}$   
0.361

Podemos observar que se cumplen los parámetros requeridos por las normas citadas.

Aquí podemos apreciar en una representación 3D, la diferencia entre la situación anterior y la futura:

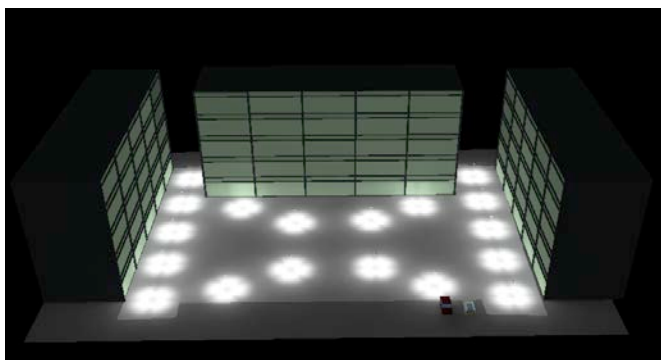


Figura 23: Situación Actual (Plaza Adolfo Marsillach)

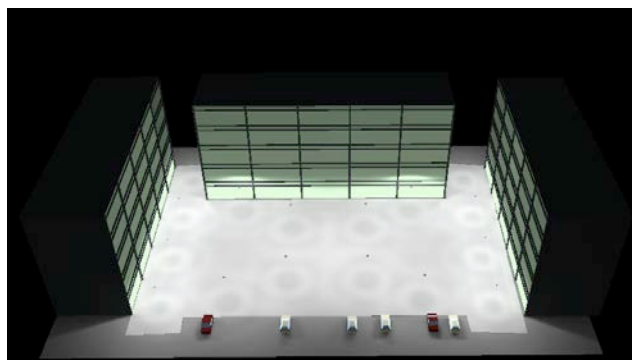


Figura 24: Situación Futura con LED (Plaza Adolfo Marsillach)

Y en esta otra imagen, más aclarativa, la representación 3D en colores falsos:

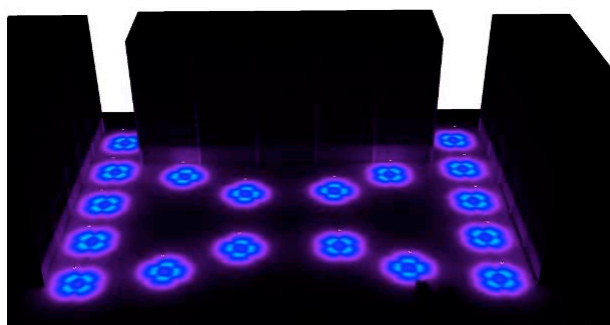


Figura 25: Situación Actual (Plaza Adolfo Marsillach) II

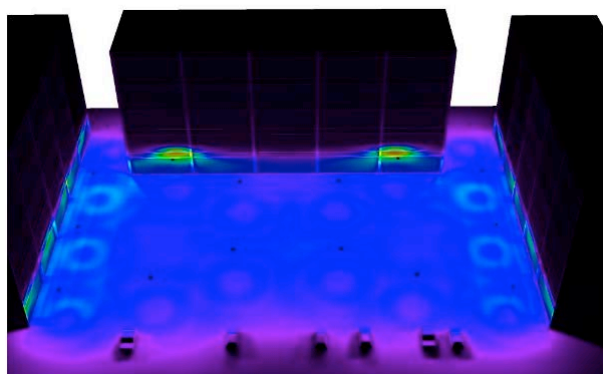


Figura 26: Situación Futura con LED (Plaza Adolfo Marsillach) II

Podemos ver claramente que tanto la uniformidad como la intensidad de la luz es mucho mayor en la situación nueva que en la actual.

**Resumen Estudio Luminotécnico de la Actuación de Mejora de Alumbrado sobre la Plaza Adolfo Marsillach:**

	$E_m$ (lux)	$U_m$
Valores de Consigna Según Clase CE2	$\geq 20$	$\geq 0,40$
situación actual	7,71	0,073
situación futura con LED	20	0,48

## 2.3. EFICIENCIA ENERGÉTICA

Según el RD 1890/2008:

“La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada”.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left( \frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

### **REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

#### INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL

“Las instalaciones de alumbrado vial funcional, con independencia del tipo de lámpara, pavimento y de las características o geometría de la instalación, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan a continuación”:

Iluminancia media en servicio $E_m$ (lux)	Eficiencia energética mínima $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 30$	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO

Valores de eficiencia energética de referencia:

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\varepsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\varepsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 30$	32	—	—
25	29	—	—
20	26	$\geq 20$	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
—	—	$\leq 5$	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

“El índice de eficiencia energética se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación y el valor de eficiencia energética de referencia en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada”:

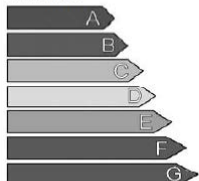
$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

“Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que van desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético que es igual al inverso del índice de eficiencia energética”:

$$ICE = \frac{1}{I_\varepsilon}$$

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$IE > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq IE > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq IE > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq IE > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq IE > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq IE > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$IE \leq 0,20$

La calificación de la instalación deberá entregarse al usuario, mediante el índice de eficiencia energética, mostrado en la siguiente etiqueta:

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
<p>Más eficiente</p>  <p>Menos eficiente</p>	
<p>Instalación:</p> <p>Localidad / calle:</p> <p>Horario de funcionamiento:</p> <p>Consumo de energía anual (kWh/año):</p> <p>Emissiones de CO<sub>2</sub> anual (kg CO<sub>2</sub>/año):</p> <p>Índice de eficiencia energética (IE):</p> <p>Iluminancia media en servicio E<sub>m</sub> (lux):</p> <p>Uniformidad (%):</p>	

Por lo tanto, a continuación se calificarán energéticamente cada una de las instalaciones del proyecto, y mediante su etiqueta, se podrá determinar si el proyecto es viable visto desde un punto de vista energético.

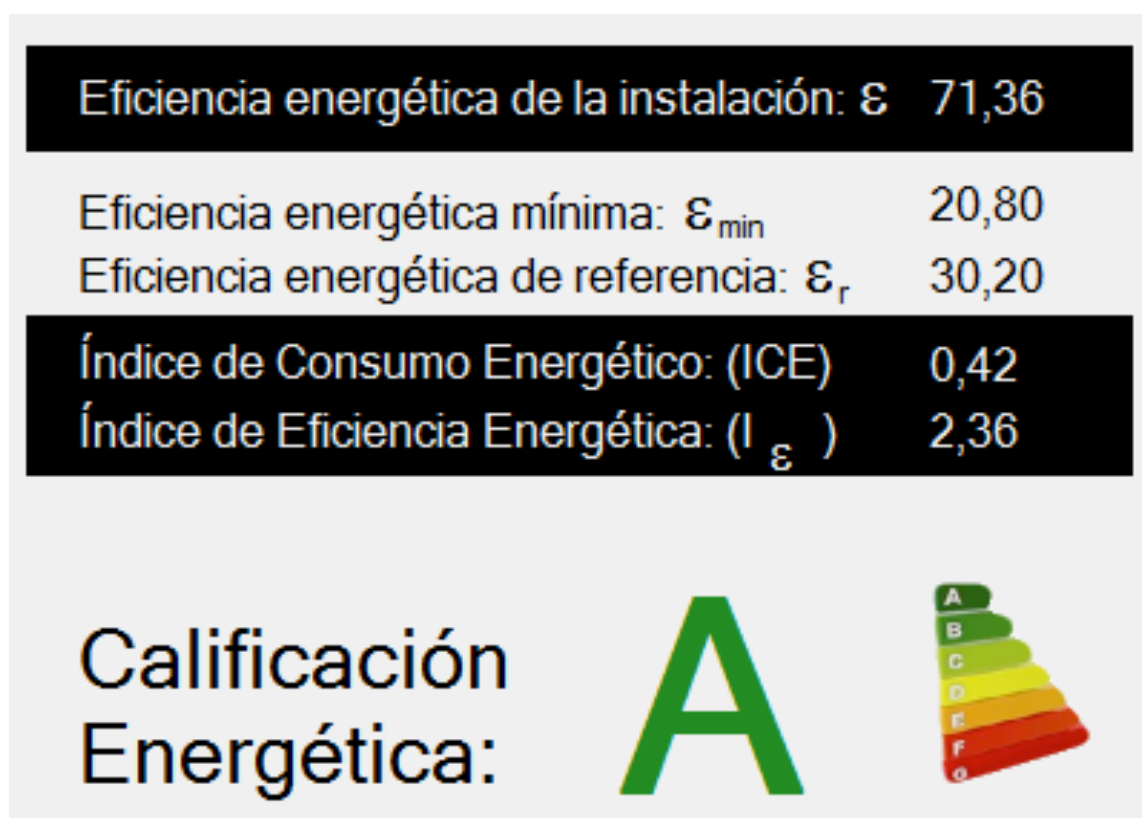
### CÁLCULO DE LAS ETIQUETAS ENERGÉTICAS

#### CALLE DOMINGO MALAGÓN:

a).- Datos de cálculo:

M <sup>2</sup> (calzada)	Iluminados	Iluminancia (E <sub>m</sub> /lux)	Media	Nº luminarias	Potencia Activa (W)	total
2.405 m <sup>2</sup>		27		14	910W	

b).- Resultados y etiqueta energética:



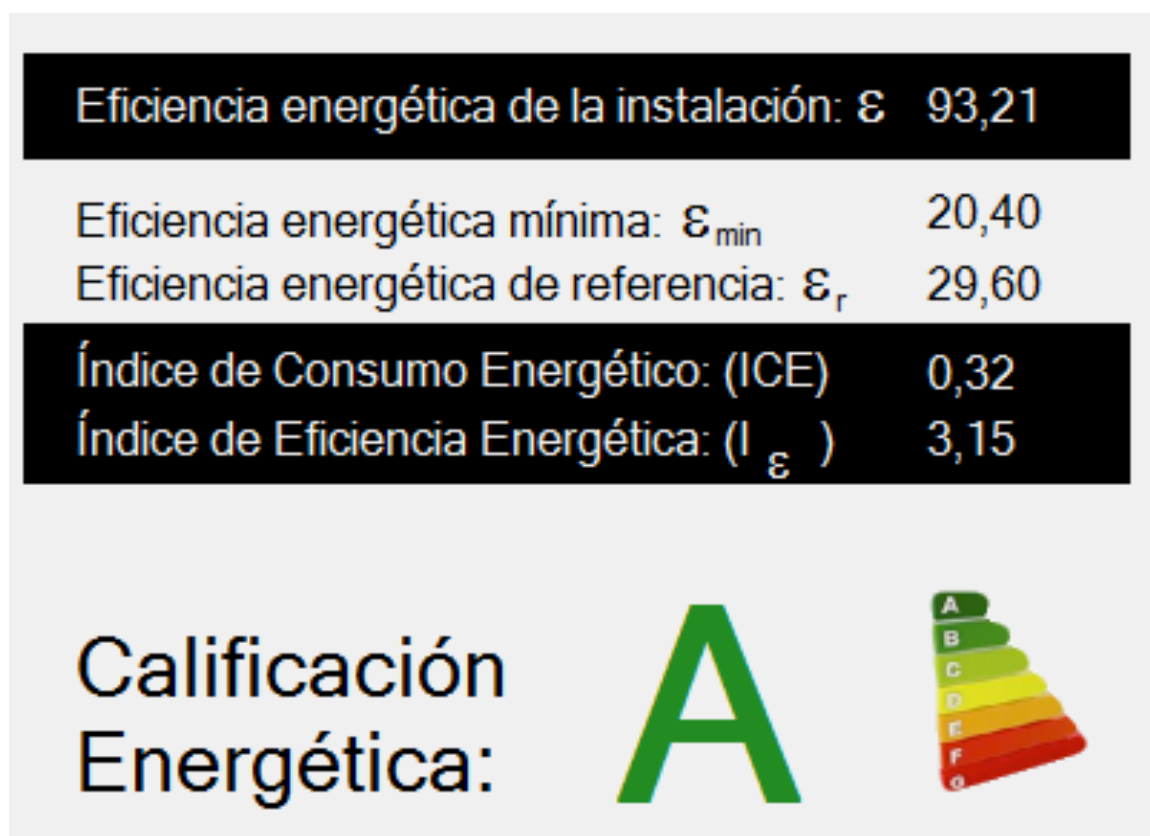


**CALLE CRISTINA SÁNCHEZ:**

a).- Datos de cálculo:

M <sup>2</sup> (calzada)	Iluminados	Iluminancia (E <sub>m</sub> /lux)	Media	Nº luminarias	Potencia Activa (W)	total
1.140 m <sup>2</sup>		26		6	318W	

b).- Resultados y etiqueta energética:

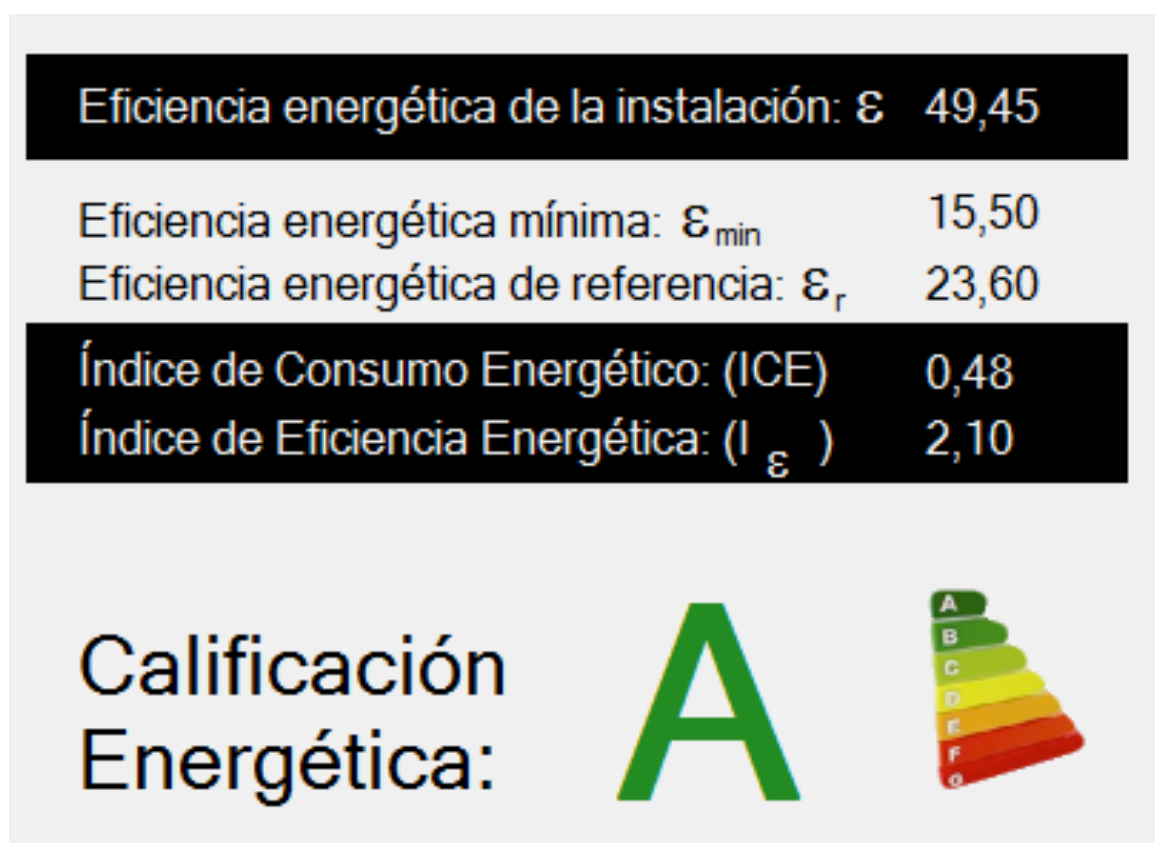


**CALLE CAROLINA CORONADO:**

a).- Datos de cálculo:

M <sup>2</sup> (calzada)	Iluminados	Iluminancia (E <sub>m</sub> /lux)	Media	Nº luminarias	Potencia Activa (W)	total
1.057 m <sup>2</sup>		16		9	342W	

b).- Resultados y etiqueta energética:

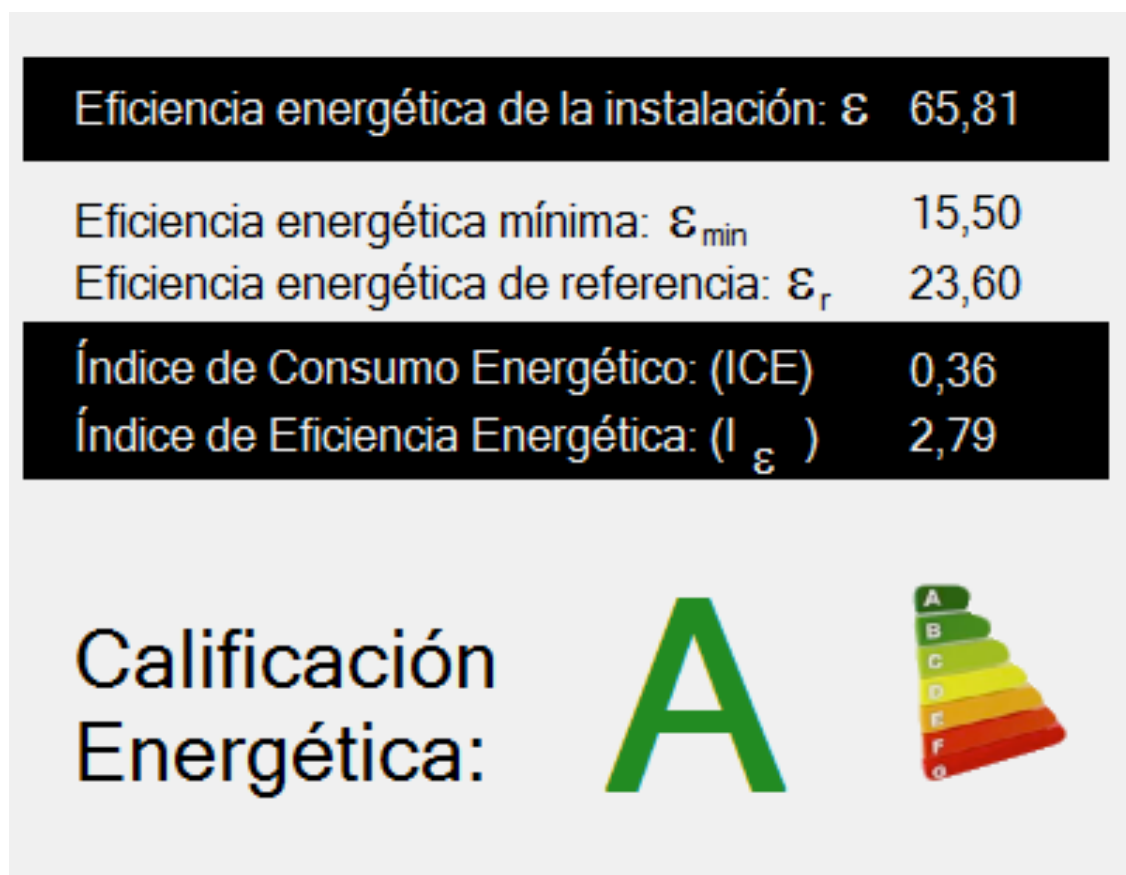


**CALLE GABRIEL Y GALÁN:**

a).- Datos de cálculo:

M <sup>2</sup> (calzada)	Iluminados	Iluminancia (E <sub>m</sub> /lux)	Media	Nº luminarias	Potencia Activa (W)	total
436 m <sup>2</sup>		16		2	106W	

b).- Resultados y etiqueta energética:

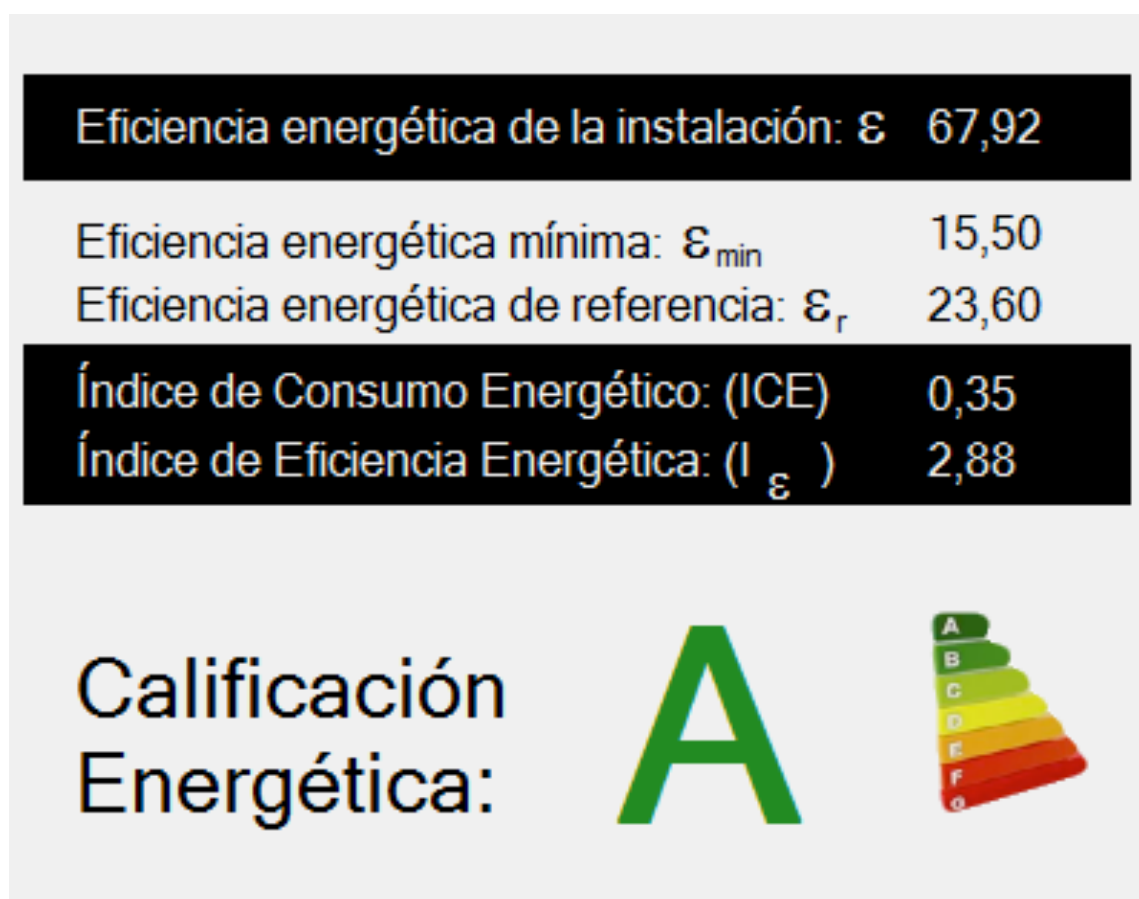


### **CALLE SAN ANTÓN:**

a).- Datos de Cálculo:

M <sup>2</sup> (calzada)	Iluminados	Iluminancia (E <sub>m</sub> /lux)	Media	Nº luminarias	Potencia Activa (W)	total
450 m <sup>2</sup>		16		2	106W	

b).- Resultados y etiqueta energética:

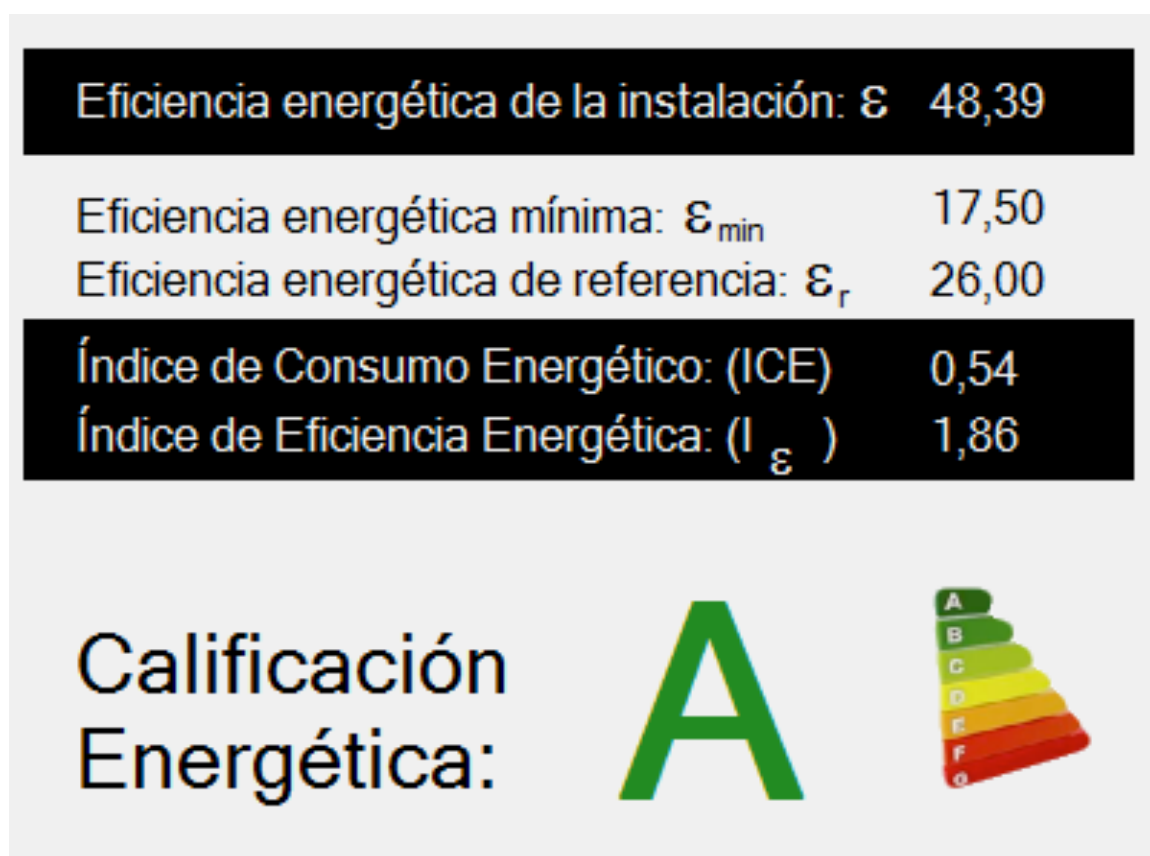


### PLAZA ADOLFO MARSILLACH:

a).- Datos de Cálculo:

M <sup>2</sup> (calzada)	Iluminados	Iluminancia (E <sub>m</sub> /lux)	Media	Nº luminarias	Potencia Activa (W)	total
3155 m <sup>2</sup>		20		16	1304W	

b).- Resultados y etiqueta energética:



Se puede concluir que como cada instalación por separado tiene una etiqueta energética A, cumplen con todos los requisitos energéticos y, por tanto, el proyecto se puede acometer perfectamente sin incumplir ninguna condición.

## 2.4. CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

A continuación se va a realizar un estudio sobre la amortización de la nueva instalación sobre la antigua.

Mediante unas tablas de Excel, se va a proceder a calcular las diferencias en porcentaje de consumo de potencia y de ahorros económicos entre las dos instalaciones, la antigua con vapor de sodio a alta presión y la nueva con tecnología LED.

### DATOS GENERALES DE CÁLCULO:

#### PRECIOS ENERGÍA

Precio Kw/h Activa periodo 1 (euros/Kw):	0,19 €
Precio Kw/h Activa periodo 2 (euros/Kw):	0,09 €
Precio Kw/h Activa periodo 3 (euros/Kw):	0,07 €
Precio Kw/h Activa periodo 4 (euros/Kw):	42,02 €
Precio Kw/h Activa periodo 5 (euros/Kw):	42,02 €
Precio Kw/h Activa periodo 6 (euros/Kw):	42,02 €
Precio Kw potencia reactiva (euros/Kw)	13,20 €
Precio contrato termino potencia contratada (€ Kw/año)	13,20 €

#### PRECIOS MANO DE OBRA:

Coste medio sustitución lámpara	3,00 €
Coste medio sustitución luminaria	35,00 €

#### OTRAS VARIABLES:

días de Funcionamiento al año:	365
Incremento del precio de la energía anual (%)	8,00%
IPC (incremento de precios al consumo en %)	2,50%
Tasa de Descuento (%)	7,50%
Años de la simulación:	10

### POTENCIA ACTIVA INSTALADA ILUMINACIÓN (ACTUAL Y FUTURA)

Potencia (activa) total (actual) (Kw)	7,70
Potencia (activa) total futura con reforma (Kw)	3,24
Diferencia de Potencia Activa (Kw)	4,46
Ahorro en potencia activa instalada en %	70%

Se observa que empleando tecnología LED en lugar de vapor de sodio a alta presión, se ahorra un 70% de potencia activa instalada, algo que va a favorecer la amortización de la instalación en un corto periodo de tiempo a pesar del coste más elevado de los LED.

### LUMINARIA INSTALADA Y LUMINARIA PROPUESTA DE SUSTITUCIÓN (RESUMEN):

ESTADO ACTUAL			ESTADO FUTURO			RESULTADOS	
Modelo actual	Unidades	Potencia (W)	Nuevo modelo	Unidades	Potencia (W)	Dif potencia (W)	% Ahorro neto
VSAP	16	100	MODULO LED (30 LEDs, 70W, 7118lm, Óptica QVM, 4.000k	16	73	-432,00	27%
VSAP	14	150	CREE XSP2, configuración E, 65W, Óptica F, 4.000 K	14	65	-1.190,00	57%
VSAP	16	150	CREE XSP1 52W	16	53	-1.552,00	65%
VSAP	6	150	CREE XSP1 52W	6	53	-582,00	65%

En esta tabla se puede ver un resumen del ahorro total neto en porcentaje una vez implantada la propuesta de sustitución.

### CONSUMOS:

	ACTUAL	FUTURO
Consumo total de la instalación diario (Kw)	90,37	38,07
Consumo total de la instalación diario (Euros)	9,18 €	38,07 €
Consumo total de la instalación al año (Euros)	3.350,97 €	1.411,76 €
Consumo total durante la vida de contrato (Euros)	10 años 33.509,69 €	14.117,59 €

Al final de un contrato medio (10 años aproximadamente), se produce un ahorro en términos económicos de prácticamente 20.000 euros y un ahorro en consumo de unos 50 kW aproximadamente.

### RESUMEN DE COSTES DE MANTENIMIENTO Y LIMPIEZAS GENERAL

	ACTUAL (*)	FUTURO (*)
nº de actuaciones de sustitución por lámpara para la vida del contrato	28	
Coste total del material de reemplazo	8.022,00 €	
Coste total de la mano de obra	3.640,00 €	
Coste de mantenimiento preventivo	1.040,00 €	520,00 €
Coste de limpiezas para la totalidad del contrato	1.560,00 €	780,00 €
<b>TOTAL GASTOS DE MANTENIMIENTOS y LIMPIEZAS:</b>	<b>14.262,00 €</b>	<b>1.300,00 €</b>

(\*) Las casillas en las que no aparece numeración se entiende que su valor es 0.



En cuanto al mantenimiento y a la limpieza de la instalación también existe un ahorro económico debido sobre todo a que el uso de tecnología LED no requiere sustitución de las lámparas durante los 10 años de la vida del contrato.

Además el coste de mantenimiento preventivo y el de limpiezas es menor con la alternativa propuesta que con la existente.

### INVERSIÓN DEFINITIVA Y AHORROS:

<b>Inversión total en material y mano de obra de colocación:</b>	<b>12.574,00 €</b>
<b>Precio final medio por punto de luz instalado y funcionando:</b>	<b>330,89 €</b>

<b>Ahorro en energía Generado por la Inversión (%)</b>	<b>70%</b>
<b>PRI - Tasa de Retorno (años en función de la vida del contrato):</b>	<b>3,9</b>
<b>Ahorro total generado en la vida del contrato (*):</b>	<b>10 años 46.206,62 €</b>

(\*) Es el ahorro generado por la disminución de consumo de la instalación menos el coste de la inversión inicial en nuevo material.

### PLAN DE AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN:

AÑO	ACTUAL	FUTURO	CASHFLOW	ACUMULADO	TIR Y VAN
	4777,17	12574,00	-12574,00	-12574,00	TIR 10 AÑOS: 26%
1	4777,17	1541,76	3235,41	-9338,59	TIR 5 AÑOS 13%
2	5080,90	1657,95	3422,95	-5915,64	VAN 15670
3	5406,97	1783,26	3623,71	-2291,92	PRI (años) 3,9
4	5757,12	1918,41	3838,71	1546,79	
5	6133,21	2064,18	4069,04	5615,82	
6	6537,29	2221,42	4315,87	9931,69	
7	6971,52	2391,04	4580,48	14512,17	
8	7438,27	2574,04	4864,24	19376,41	
9	7940,10	2771,4	5168,64	24545,04	
10	8479,73	2984,4	5495,27	30040,31	

Como se puede ver, el acumulado total, es decir, la amortización de la propuesta de la instalación empleando tecnología LED, se producirá en el año 3 después de su puesta en funcionamiento. Esto es, prácticamente en un tercio de la duración de un contrato medio.

Se puede concluir, que a pesar del coste inicial superior de las luminarias LED, se ha demostrado que en muy poco tiempo la inversión queda amortizada, y por tanto, el proyecto es rentable desde el punto de vista tanto económico como de ahorro de energía.

## 2.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

---

En este apartado se van a realizar los cálculos eléctricos de las luminarias instaladas según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En dicho reglamento, y como previamente se ha explicado, la máxima caída de tensión permitida por la instalación debe ser menor o igual 3%.

La sección del cable es constante y de valor 6 mm<sup>2</sup>, por lo que se empleará este valor para los cálculos, y en caso de existir una caída de tensión superior a la límite, la solución es modificar la sección del cable, aunque tendría un efecto directo principalmente en el coste del mismo.

Con ayuda del programa informático Dialux, se obtienen representaciones en dos y tres dimensiones de la instalación, pudiéndose obtener el número exacto de luminarias, longitudes de los tramos, potencias de las luminarias elegidas etc.

Con estos datos podremos calcular la caída de tensión y determinar si la configuración de la instalación que se ha escogido es óptima y viable.

Para poder calcular la caída de tensión de las diferentes instalaciones, es necesario obtener primero otros parámetros eléctricos:

- **Potencia instalada:**

$$P = 1.8 \cdot P_{cada\ luminaria} \cdot N^{\circ}de\ luminarias \quad (W)$$

(1,8 veces la potencia que se va a considerar en las lámparas en vatios)

- **Intensidad de corriente:**

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \quad (A)$$

(Donde P es la potencia instalada (W), U la tensión (V) y  $\cos\varphi$  el factor de potencia)

(Se estima un valor de factor de potencia de hasta 0,9, según reglamento)

Con estos datos ya se puede obtener la **CAÍDA DE TENSIÓN** de la instalación:

$$e = \frac{P(W) \cdot L(m)}{U(V) \cdot K \left( S \cdot \frac{m}{mm^2} \right) \cdot S(mm^2)} (V)$$

(Donde L es la longitud de cada tramo (m), S es la sección del cable (mm<sup>2</sup>) y K es la conductividad del cobre cuyo valor es constante y de valor 56 Siemens.m/mm<sup>2</sup>)

Una vez calculada la caída de tensión en voltios, se obtendrá el porcentaje de caída de tensión y se comparará con el 3%:

$$e(\%) = \frac{e}{U} \cdot 100$$

Para determinar los cálculos, se ha utilizado el programa Excel donde se han dividido las distintas zonas de actuación en función del cuadro eléctrico que alimente a la misma, y con los datos obtenidos de Dialux y de la configuración existente en las instalaciones actuales de la ciudad de Parla (Madrid), se calculado todos los valores necesarios.

A continuación se muestran las tablas con los resultados obtenidos:

CIRCUITO (UNO POR CADA CUADRO ELÉCTRICO)	LONGITUD (m)	Nº LUMINARIAS	POTENCIA LUMINARIA (W)	
Plaza Adolfo Marsillach	228	16	73	
Calle Domingo Malagón	185	14	65	
Calle Carolina Coronado/Gabriel y Galán/San Antón	259	16	53	
Calle Cristina Sánchez	114	6	53	
CIRCUITO (UNO POR CADA CUADRO ELÉCTRICO)	POTENCIA INSTALADA (W)	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A)	CAÍDA DE TENSIÓN (V)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)
Plaza Adolfo Marsillach	2102,4	5,86387056	6,202732919	2,696
Calle Domingo Malagón	1638	4,568597782	3,921195652	1,70486
Calle Carolina Coronado/Gabriel y Galán/San Antón	1526,4	4,257330681	5,115652174	2,22419
Calle Cristina Sánchez	572,4	1,596499005	0,844378882	0,36712
La caída de tensión es menor d				

Como se observa, la mayor caída de tensión que puede producirse es del 2,7% (Plaza Adolfo Marsillach), por lo que es tolerada perfectamente.

Por tanto, esto nos indica que la alternativa de la instalación propuesta es viable y se puede acometer desde el punto de vista eléctrico.



## CAPÍTULO 3

### PLIEGO DE CONDICIONES

---

*En este capítulo se describen las condiciones bajo las cuales han de llevarse a cabo las obras realizadas para la construcción del Alumbrado Público del presente Proyecto.*



## 3.1. GENERALIDADES

---

### **OBJETO DEL PLIEGO**

El presente Pliego de Condiciones afectará a la ejecución de todas las obras de este proyecto de alumbrado exterior en la ciudad de Parla (Madrid).

Se hace constar, al mismo tiempo, que las condiciones que se exigen en el presente Pliego, serán las mínimas aceptables.

### **CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES**

Regirán en las obras de instalación del presente Proyecto, además de lo previsto en este Pliego y lo reseñado en las normativas que se indican a los largo de este Trabajo Fin de Máster, las Normas e Instrucción para Alumbrado Urbano, publicadas por el Ministerio de Fomento a través de la gerencia de Urbanización.

### **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Se aplicará el Presente Pliego de Condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para realizar las obras del presente Proyecto.

## 3.2. CALIDAD DE LOS MATERIALES

---

### **CENTRO DE MANDO**

Para el accionamiento y protección de las unidades luminosas se instalará el Centro de Mando.

Será de doble aislamiento del tipo intemperie, accesible sin necesidad de permisos de terceras personas y no estará sometido a servidumbre.

Los circuitos se podrán conmutar por medio de los contactores, al objeto de conseguir una uniformidad de la vida de las lámparas.

Estarán diseñados, tanto en capacidad de potencia como en espacio, para poder ampliar futuras salidas, como mínimo en un 30 %.

### **CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES**

Todos los conductores empleados en la instalación serán de cobre.



No se admitirán cables que presenten desperfectos de haber sido usados con anterioridad o que no vayan en su bobina de origen.

No se admitirá el empleo de materiales de procedencia distinta en un mismo circuito.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y secciones.

Los conductores de la alimentación de los puntos de luz, deberán ser aptos para trabajar en régimen permanente a temperatura ambiente de 70°C.

## **ACCESORIOS**

### **Lámparas**

Se utilizarán de las clases y características indicadas en Memoria Descriptiva. Las características fotométricas, mecánicas y estéticas de las luminarias con que está redactado este Proyecto no podrán ser modificadas por el adjudicatario.

### **Tomas de tierra**

Sus características y formas de conexión son las que figuran en el capítulo 1 “*MEMORIA DESCRIPTIVA*”.

## **PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO. MEDIDAS ELÉCTRICAS**

Una vez terminada la instalación, el Director de la Obra en presencia del Contratista efectuará (por sí mismo o con la colaboración de un Laboratorio Oficial), las siguientes mediciones:

- Iluminación media horizontal en la calzada.
- Caída de tensión en los diversos tramos de las líneas de conducción de energía, con todas las lámparas conectadas y una vez que estén todas ellas en régimen total de funcionamiento.
- Ensayo de aislamiento entre conductores activos con el neutro puesto a tierra y entre conductores activos aislados.
- Comprobación de equilibrio entre fases, indicando la intensidad en cada una de ellas.
- Medición de la resistencia a tierra.
- Medición del factor de potencia, que debe ser superior a 0,85.



### **OBRA CIVIL**

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- La rotura del pavimento con maza (almádena), está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con tajadera.
- En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.
- Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.
- Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.
- El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española de Ministerio de Fomento. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.
- La arena será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 o 3 mm de diámetro.
- Los áridos gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm con granulometría apropiada.
- Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea, piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.
- Agua. Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.



- Mezcla. La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especiales para ello.

### **ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO**

Su ejecución comprende las siguientes acciones:

- Apertura de zanjas, suministro y colocación de protección de arena, suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo, colocación de la cinta de "atención al cable", tapado y apisonado de las zanjas, carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes, utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.
- Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.
- El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.
- Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.
- Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.
- Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.
- Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.
- Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.
- Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.
- Se deben tomar las precauciones precisas para no tapar con tierra, registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.



- Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.
- En los pasos de carruajes, entradas a garajes, etc. tanto existentes como futuras, serán ejecutadas cruces de tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del supervisor de obra.
- La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. Se utilizará indistintamente de miga o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros de luz de malla que atraviesa, como máximo.
- Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de Obra, será necesario su cribado.
- En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 10 cm de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.
- Se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable encima de la segunda capa de arena; esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor. Las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01.
- En las canalizaciones de cables de baja tensión, se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable o terna de cables unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.
- Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.
- El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede

suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable" se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado. El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

- Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como al esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.
- En lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.
- Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.
- El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:
  - Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
  - En las entradas de carruajes o garajes públicos
  - En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
  - En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

### 3.3. NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

---

#### **MODIFICACIONES Y ALTERACIONES DEL PROYECTO**

Si antes de dar comienzo las obras o durante su construcción, se acordase introducir en el Proyecto modificaciones que impongan aumento o reducción de las cantidades de obra previstas en el presupuesto, siempre que sean comprendidas en la contrata, serán obligatorias al contratista estas disposiciones sin que tenga derecho en caso de supresión o reducción de la obra a reclamar ninguna indemnización, con el pretexto de supuestos beneficios que hubiera podido obtener en la parte suprimida o reducida.

No podrá el Contratista hacer por sí, alteración alguna de las partes del Proyecto sin autorización escrita por el Técnico Director y tendrá la obligación de deshacer toda clase de obra que no se ajuste a las condiciones expresamente citadas en este Pliego.



### ***PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN***

El plazo de ejecución de las obras, será de **SEIS (6) MESES** contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Replanteo, fijándose que la misma se firmará dentro de los quince días siguientes a la fecha de adjudicación de la Obra.

### ***ENSAYOS Y PRUEBAS***

Todos los materiales, aparatos eléctricos, cables, etc. podrán ser sometidos a cuantos ensayos y pruebas indique la Dirección de Obra, siendo el coste de dichas pruebas o ensayos de la exclusiva cuenta del adjudicatario.

### ***PROPOSICIONES***

Si los aparatos y materiales que ofertan los diferentes licitadores fueran distintos a los proyectados deberán acompañarse a los documentos de licitación, los tipos o modelos que se propongan, a fin de poder enjuiciar debidamente la posibilidad de su aceptación.

### ***RECEPCIÓN DE LAS OBRAS***

Una vez ultimada la instalación del Contratista y de la Dirección de Obra, ésta se someterá a las pruebas que se estimen necesarias por dicha Dirección antes de la recepción de la instalación.

### ***DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS***

Las obras que comprende el presente Proyecto abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para realizar la instalación completa de los puntos luminosos y la red de alumbrado de la calle de que se trata.

Comprende las siguientes operaciones:

- Todos los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de los materiales sobrantes a vertederos a indicar por los servicios municipales competentes.
- Suministro de todo el material necesario, tanto mecánico como eléctrico, con destino a las instalaciones.
- Obra civil de acometida al cuadro de mando.
- Pruebas y puesta a punto de la instalación.



### **PERMISOS Y LICENCIAS**

El adjudicatario deberá obtener todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución y puesta en servicio de las obras e instalaciones, y deberá abonar todos los cargos, tasas e impuestos derivados de la obtención de aquellos permisos o licencias.

### **REPLANTEO**

Una vez adjudicada la obra, el Director de la misma comunicará al Contratista por escrito la fecha del replanteo de la misma, siempre con el objetivo de efectuarlo antes de 15 días contados a partir de la fecha de adjudicación de la obra.

Los trabajos de replanteo, se ejecutarán por cuenta del Contratista, sin que por ello tenga derecho a abono alguno especial.

### **ORDEN EN LOS TRABAJOS**

El Contratista organizará los trabajos y los medios auxiliares. No obstante, cuando el Director de la Obra lo estime oportuno (por incumplimiento de plazos, por razones de seguridad de personal, por higiene u otros motivos cualesquiera) podrá tomar a su cargo directamente la organización de los trabajos, siendo obligatorias todas las órdenes que dé para el Contratista y sin que pueda admitirse reclamación alguna por ello.

### **INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS**

El Contratista dará toda clase de facilidades al personal encargado de la inspección de las obras para que realicen su misión de la manera más eficaz posible, colaborando con él en la toma de nuestras mediciones, ensayos y comprobaciones que aquel juzgue conveniente efectuar, incluso transportando las muestras hasta los laboratorios en los que deban efectuarse los análisis correspondientes, siendo de cuenta del Contratista los gastos que todo ello ocasione.

### **SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS**

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas, tanto frontal como longitudinalmente, mediante las señales indicadoras reglamentarias.



### ***LIMPIEZA DE LAS OBRAS***

Es obligación del Contratista limpiar las obras y sus alrededores de escombros y material sobrante, retirar las instalaciones provisionales cuando no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios, para que la obra ofrezca buen aspecto a juicio del director de la misma. Se ha de tener presente en todo momento la Ley de Protección Ambiental Integrada de la Región de Murcia.

### ***ENSAYOS Y ANÁLISIS DE LOS MATERIALES***

Los ensayos y análisis que deben realizarse con los materiales y elementos que se utilizarán en la obra, se verificarán a indicación del Director de Obra en el Laboratorio Oficial o de Organismo Público que éste fije. La toma de muestras se efectuará por el Director de Obra en presencia del Contratista y dará fe de los resultados obtenidos las certificaciones expedidas por los laboratorios escogidos.

### ***SIGNIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS Y PRUEBAS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS***

Los ensayos y pruebas verificadas durante la realización de la instalación, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente la admisión de materiales u obras, en cualquier forma que se realicen, no atenúan las obligaciones de subsanar o reponer, que el Contratista contrae se las instalaciones inaceptables, parcial o totalmente, en el acto del reconocimiento final y prueba de recepción.

### ***MUESTRAS***

De cada material presentará el Contratista una muestra al Director de obra, quedando en poder de la propiedad para posterior comprobación tras ser aceptadas. También se podrán exigir los correspondientes certificados de calidad.

### ***GARANTÍA DE EJECUCIÓN***

Durante el desarrollo de las obras y hasta que tenga lugar la recepción, el Contratista es el responsable de los defectos que puedan observarse en los materiales utilizados o en la realización de la instalación y de las consecuencias que de ello se puedan derivar.



### **MANO DE OBRA**

Todas las obras comprendidas en el presente Pliego de Condiciones, se realizarán con los buenos principios de la especialidad correspondiente, atendiéndose al Proyecto, a la Reglamentación vigente, a las prácticas establecidas en obras similares y a las indicaciones del Director de la Obra.

### **MODIFICACIÓN DE LAS OBRAS**

El Director de la obra solo podrá acordar modificaciones en el Proyecto cuando sean consecuencia de necesidades nuevas o de causas técnicas imprevistas al redactarlo.

Si las modificaciones del Proyecto representan variación en el presupuesto de las obras, el plazo de ejecución podrá ser reajustado sin que pueda ser aumentado o disminuido en mayor proporción que en la que resulte afectado el presupuesto. Las posibles modificaciones que puedan efectuarse como consecuencia de necesidades nuevas surgidas durante la realización de las obras podrán ser adjudicadas al Contratista por el Director de Obra, si su importe total es inferior al 10 % del presupuesto de adjudicación.

### **RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA**

La ejecución de las obras se realizará a riesgo y ventura del Contratista y éste no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en los materiales o realizaciones, sino en los casos de fuerza mayor, tal como se define ésta en la legislación vigente.

### **DAÑOS**

Serán de cuenta del Contratista todos los daños que se causen a terceros como consecuencia de la ejecución de las obras, de defectos en los materiales utilizados o la realización de la instalación.

### **OBLIGACIONES GENERALES**

El Contratista queda obligado a cumplir las disposiciones vigentes o que lo sean durante la ejecución de las obras que afectan a obligaciones económicas y fiscales de todo orden, o tengan relación con el contrato o accidentes de trabajo, seguro obrero y atenciones de carácter social.





### ***PENALIDADES***

Las penalidades por demora se graduarán ateniéndose al Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas L.C.A.P. R.D. 2/2000.

### ***PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN***

Antes de efectuar la recepción, se comprobará la exactitud de los planos y del esquema eléctrico facilitado por el contratista.

### ***ACTA DE RECEPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES***

Queda sometido al artículo 147 de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas L.C.A.P. R.D. 2/2000.

A la recepción de las obras a su terminación y a los efectos establecidos en el artículo 110.2 del R.D.2/2000 concurrirá un facultativo designado por la Administración representante de esta, el facultativo encargado de la dirección de las obras y el contratista, asistido, si lo estima oportuno, de su facultativo. Si se encuentran las obras en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, el funcionario técnico designado por la Administración contratante y representante de esta las dará por recibidas, levantándose la correspondiente Acta y comenzando entonces el plazo de garantía. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el Acta y el director de las mismas señalará los defectos observados y detallará las instrucciones precisas fijando un plazo para remediar aquellos. Si transcurrido dicho plazo el contratista no lo hubiera efectuado, podrá concedérsele otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

### ***PLAZO DE GARANTÍA***

El plazo de garantía de la instalación será de **un año** contado a partir de la fecha del acta de recepción, durante el cual la conservará el Contratista.

El Contratista, durante el plazo de garantía, deberá facilitar el personal y materiales necesarios para la reparación de posibles averías o modificar las deficiencias que se observen en la instalación, iniciando los trabajos en un plazo inferior a 24 horas, contadas a partir del momento en que se notifique de ello. El Contratista no será responsable de las averías o deficiencias que se produzcan en la instalación como consecuencia de maniobras equivocadas o negligentes del personal encargado, pero vendrá obligado a su reparación a los precios comprendidos en la Contrata, si en ella



figuran los mismos o similares unidades de obra, o aquellas que se estableciesen de común acuerdo entre el Excelentísimo Ayuntamiento y el Contratista.

### **CERTIFICACIONES**

El abono de las obras se realizará exclusivamente mediante certificaciones. Esta contendrá solamente elementos de obra totalmente terminados, es decir, partes de las unidades de obra que formen un conjunto homogéneo y no disperso en cuanto a su situación.

La valoración se realizará aplicando los precios descompuestos que figuran en el presupuesto, afectados de un coeficiente reductor, igual a la relación existente entre el precio de adjudicación y el precio base del Presupuesto del Proyecto. Las certificaciones parciales, tendrán siempre el carácter de propuesta de entrega a buena cuenta y en ningún caso supondrán recepción de la parte de obra que afecten.

Una vez recibida la relación de obra ejecutada de parte del Contratista, el Técnico Director dispondrá de un plazo de 15 días para dar conformidad o reparos a la certificación.

### **REVISIÓN DE PRECIOS**

Los precios incluidos en la oferta del Contratista son firmes y no están sujetos a revisión.



## CAPÍTULO 4

# ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

---

*En este capítulo se describen los métodos a seguir durante la ejecución del proyecto para asegurar la seguridad de las personas e instalaciones que intervengan en el mismo.*

## 4.1. GENERALIDADES

---

El presente estudio básico de seguridad y salud afecta a este proyecto de alumbrado exterior en la ciudad de Parla (Madrid). Se aceptarán los siguientes puntos:

El plazo de ejecución de las obras será de **SEIS (6) MESES**.

El número de trabajadores en obra será, como máximo de cuatro (4) personas.

La prevención de accidentes y enfermedades profesionales es tarea común de todos y requiere la participación activa por parte de:

- Los niveles Directivos: dando su respaldo a las normas y procedimientos de seguridad establecidos, asignando los recursos necesarios para la implantación de las medidas preventivas y, fundamentalmente, comprometiéndose de modo visible en la toma de decisiones en pro de la seguridad e higiene en el trabajo.
- Los niveles de Supervisión: ejerciendo su responsabilidad por las condiciones de seguridad e higiene con que se llevan a cabo las actividades bajo su supervisión, para lo cual deberán conocer y cumplir las normas y procedimientos de seguridad aplicables, siendo también responsables de que el personal a su cargo las conozca y las cumpla.
- Todos los empleados: desempeñando sus actividades de forma segura, siguiendo los procedimientos de seguridad establecidos y notificando inmediatamente, corrigiéndolas si es posible, todas las condiciones y acciones inseguras detectadas en su área de trabajo.

## 4.2. DESARROLLO DEL PLAN DE SEGURIDAD

---

Se ha propuesto el siguiente Plan de Seguridad según el Real Decreto 1627/1997 [7], por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.



Este plan se desarrollará siguiendo el siguiente esquema:

- 1) Orden y limpieza.
- 2) Protección personal.
- 3) Herramientas portátiles.
- 4) Protección de máquinas.
- 5) Equipos de izado y transporte de cargas.
- 6) Excavaciones.
- 7) Demolición de estructuras.
- 8) Montaje de estructuras.
- 9) Andamios y escaleras.
- 10) Tráfico de vehículos y peatones.
- 11) Riesgos eléctricos.
- 12) Soldadura y corte.
- 13) Almacenamiento y manejo de materiales.
- 14) Prevención de incendios.

### **ORDEN Y LIMPIEZA**

El mantenimiento de un alto nivel de orden y limpieza en los lugares de trabajo, es un aspecto clave en la prevención de accidentes y contribuye eficazmente a la motivación y satisfacción en el trabajo. A tal efecto se deberá:



- Mantener los pasillos, escaleras, puertas y otras vías de paso, libres de objetos que obstaculicen el tránsito.
- Depositar los papeles, bolsas y desperdicios en general, en recipientes adecuados para tal finalidad.
- Limpiar los derrames de aceite, grasa y productos químicos en general, tan pronto como se produzcan.
- Guardar las herramientas de trabajo en sitio previsto para tal finalidad.
- Depositar los tablones, tablas, tubos metálicos y otros elementos usados en andamios y encofrados, fuera de los lugares de paso. Retirar inmediatamente los clavos, remaches, electrodos de soldadura y otros elementos punzantes, para evitar accidentes.
- Almacenar los materiales inflamables en un lugar seguro lejos de fuentes de ignición.
- Disponer los cables eléctricos y mangueras provisionales, fuera de pasillos, escaleras y lugares de paso del personal, siempre que sea posible; se dispondrán áreas a una altura mínima de 2,5 metros.

### **PROTECCIÓN PERSONAL**

Los medios de protección personal serán de empleo obligatorio siempre que se precise para la realización del trabajo.

#### **a) Ropa de trabajo**

- La ropa de trabajo deberá ser cómoda y ajustada al cuerpo, reduciendo o eliminando los elementos que puedan producir atrapamiento o enganches (cinturones, bocamangas, cordones, bolsillos, etc.). Manga larga y pantalón largo, serán siempre obligatorios.
- Cuando la ropa habitual de trabajo no sea suficiente para la protección del trabajador, se utilizarán trajes especiales o complementos.

#### **b) Protección de la cabeza**

La utilización de casco de seguridad homologado es obligatorio dentro del recinto vallado, salvo en edificios administrativos sociales o asistenciales, mientras en ellos no



se lleven a cabo trabajos con riesgo de caída de objetos desde altura. Está prohibida la utilización de cascos metálicos.

c) Protección de la cara

Para la protección contra el calor, radiaciones, salpicaduras de líquidos o proyección de partículas, se utilizarán pantallas de protección facial homologadas. Las pantallas podrán estar integradas en el casco de seguridad o ser independientes.

d) Protección de la vista

Las gafas de seguridad deberán estar homologadas para el tipo de riesgo involucrado en la actividad a realizar. Tales riesgos pueden ser debidos a: proyección de partículas sólidas, presencia de polvos, humos o nieblas, salpicadura de líquidos, gases irritantes o tóxicos y radiaciones peligrosas. La utilización de gafas de seguridad es obligatoria dentro del recinto vallado salvo edificios administrativos, sociales o asistenciales, mientras en ellos no se lleven a cabo trabajos con los riesgos mencionados previamente.

No se permitirá el uso de gafas normales en lugares con riesgo para la vista siendo necesario el uso de gafas de seguridad graduadas o superpuestas a las normales.

e) Protección de los oídos

Cuando el nivel de ruido en el área de trabajo supere los 80 dB será obligatorio el uso de elementos individuales de protección auditiva homologados. Las áreas en donde se requiere protección auditiva estarán señalizadas.

f) Protección de las extremidades inferiores

El uso de calzado de seguridad homologado es obligatorio dentro del recinto vallado y su selección dependerá del tipo de riesgo existente.

- En trabajos con riesgo con riesgo de accidentes mecánicos, será obligatorio el uso de calzado de seguridad con refuerzo metálico en la puntera.
- En los trabajos con productos químicos se usará calzado de seguridad de caucho o neopreno.
- En trabajos con riesgo eléctrico se usará calzado aislante sin ningún elemento metálico.





- En cualquier caso las suelas serán siempre del tipo antideslizante, y cuando las condiciones del trabajo lo requieran (clavos, virutas, cristales, etc.) se usarán plantillas de acero. El personal que desarrolle sus actividades únicamente en el interior de edificios de oficinas, sociales o asistenciales, en los que no se lleven a cabo trabajos que involucren los riesgos mencionados previamente, podrá utilizar calzado normal.

g) Protección de las manos

La selección del tipo de guantes protectores se realizará de acuerdo al riesgo involucrado en la actividad a realizar:

- Para trabajos generales de construcción se usarán guantes homologados. Para la manipulación de materiales filosos o cortantes se utilizarán guantes de cuero reforzados o de malla metálica.
- Para trabajos eléctricos se usarán guantes aislantes de neopreno u otro tipo homologado, adecuado al nivel máximo de tensión eléctrica existente.
- En trabajos de manipulación de sustancias químicas se utilizarán guantes homologados para este uso.
- Para trabajos con riesgo térmico se deberán usar guantes aislantes de calor.
- En algunos casos resulta contraproducente utilizar cualquier tipo de guantes. Así ocurre cuando se trabaja en máquinas que presentan riesgo de atrapamiento.

h) Protección del aparato respiratorio

Los equipos de protección respiratoria deberán usarse en aquellas situaciones en que exista riesgo de presencia de: polvos, humos o nieblas, vapores orgánicos o metálicos, gases tóxicos, irritantes o asfixiantes y atmósferas con deficiencia de oxígeno (menos del 20,5 % de Oxígeno).

En atmósferas con deficiencias de oxígeno, o en recintos confinados en que no pueda asegurarse una adecuada ventilación, así como en presencia de cloro, monóxido de carbono, fosgeno y otras sustancias altamente tóxicas, deberán usarse únicamente equipos respiratorios independientes de la atmósfera presente en el lugar de trabajo (equipos autónomos).

Los equipos respiratorios dependientes (máscara con filtro) se usarán de acuerdo al tipo de sustancia, concentraciones y tiempo de uso, para los que hayan sido homologados.



En ambientes en los que existan concentraciones de gases o vapores inflamables por encima del 10 % del límite inferior de inflamabilidad, no se autorizará la entrada de personal en ningún caso.

Los equipos respiratorios sólo podrán utilizarse por personas adiestradas en su uso y tras pasar el examen médico pertinente.

Para seleccionar el equipo de protección respiratoria adecuado, en función del tipo de atmósfera, se respetarán los criterios reflejados en la siguiente tabla:

TIPO DE ATMÓSFERA	EQUIPO DE PROTECCIÓN
No deficiente de oxígeno	Mascarilla filtrante cubriendo nariz y boca
Polvos inertes en concentración menor de 10 mg/m <sup>3</sup>	Mascarilla filtrante complementada con protección ocular
Polvos dañinos en concentración menor de 10 mg/m <sup>3</sup> (Excepto asbestos)	Máscara filtrante cubriendo toda la cara
Vapores orgánicos	Máscara con filtro cubriendo nariz y boca complementaria con protección ocular

i) Arnés de seguridad

- En todo trabajo realizado a más de dos metros de altura con peligro de caída accidental, será obligatorio el uso de arnés de seguridad homologado.
- Los arneses de seguridad se revisarán siempre antes de su utilización, siendo rechazados y destruidos cuando tengan cortes, grietas, deshilachados o tras haber sido sometidos a actuación en una caída del usuario.
- Se vigilarán de modo especial el lugar de anclaje de la cuerda del arnés, procurando en todo caso que la longitud de la cuerda sea lo más corta posible.

### **HERRAMIENTAS PORTÁTILES**

a) Herramientas de mano



- Las herramientas de mano serán las más apropiadas, por sus características y tamaño, a la operación a realizar y no deberán tener defectos ni desgastes. Cuando no estén usándose se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Se prohíbe dejar las herramientas sueltas en pasillos, escaleras y lugares elevados desde donde puedan caer sobre los trabajadores o entorpecer el paso.
- Los supervisores darán instrucciones precisas a sus trabajadores sobre el uso correcto de las herramientas, al objeto de prevenir accidentes. Las herramientas no deberán utilizarse nunca para fines distintos a los que están destinadas.

b) Herramientas mecánicas portátiles

- Las herramientas accionadas por fuerza motriz (eléctrica, neumática, hidráulica, etc.) estarán suficientemente protegidas para evitar que el operario este expuesto a contactos o proyecciones peligrosas.
- Las herramientas mecánicas dispondrán de gatillos u otro tipo de accionamiento, de forma que dejen de operar cuando no son presionados por el operario.
- Antes de utilizar cualquier herramienta o equipo eléctrico portátil, será inspeccionado y etiquetado por personal especializado. Es responsabilidad de cada usuario verificar que no se utilizan equipos que no han sido inspeccionados y etiquetados previamente.
- Cuando se empleen herramientas eléctricas portátiles la tensión de alimentación no será superior a 220 V. con relación a tierra. Para evitar contactos eléctricos por defecto en las partes en tensión, las herramientas portátiles serán del tipo de doble aislamiento. En lugares de trabajo muy conductores la tensión de alimentación no será superior a 24 V. AC.
- Todas las herramientas se inspeccionarán antes de empezar el trabajo, descartándose las que presenten algún defecto que involucre riesgos para el operador.

### **PROTECCIÓN DE MÁQUINAS**

- Los motores, turbinas y otros equipos con partes móviles, se emplazarán en locales aislados o en zonas bien delimitadas, prohibiéndose el acceso al personal ajeno al trabajo mediante carteles bien visibles.
- Los vástagos, émbolos, engranajes y otros elementos móviles que sean accesibles al operador, estarán aislados convenientemente por interposición de

barreras o cubiertas. El engrase de los elementos móviles con la máquina en operación, deberá poder realizarse sin eliminar las cubiertas de protección.

- Las máquinas estarán provistas de dispositivos eficaces para asegurar su parada instantánea.
- Se protegerán con cubiertas rígidas todos los elementos horizontales de transmisión ubicados a menos de 2,5 metros de altura sobre pisos o plataformas de trabajo. Los elementos de transmisión situados en planos inferiores al puesto de trabajo, estarán protegidos por cubiertas permanentes.
- Las partes de las máquinas que representan riesgo de corte, atrapamiento, abrasión o proyección, deberán protegerse con dispositivos adecuados en cada caso, homologados según los reglamentos oficiales vigentes.

### ***EQUIPOS DE IZADO Y TRANSPORTE DE CARGAS***

#### **a) Equipos de izado**

- La máxima carga útil que puede ser izada, deberá estar marcada en el equipo de forma destacada y fácilmente legible.
- La elevación y desplazamiento de la carga se hará lentamente, evitando toda arrancada o parada brusca.
- La persona responsable de la operación de izado deberá estar presente durante el desarrollo de la maniobra. El personal involucrado deberá conocer el código de señales para el mando de equipos de izado y transporte.
- No se dejarán aparatos de izar con cargas suspendidas.
- Se prohíbe la permanencia de toda persona bajo la vertical de la carga, a lo largo de toda la maniobra.
- Todo aparato de izar deberá haber sido detenidamente revisado y ensayado antes de utilizarlo por primera vez en la obra, por parte de personal especializado, consignando el resultado de la revisión y/o las reparaciones efectuadas, en el libro de mantenimiento del equipo. Diariamente el maquinista, antes de iniciar el trabajo, revisará visualmente todos los elementos sometidos a esfuerzo o desgaste. Trimestralmente, al menos, se realizará una revisión a fondo de cables, cadenas, cuerdas, ganchos, poleas y de los controles de mando y sistemas de frenado.
- Los ganchos estarán equipados con pestillos de seguridad para evitar que las cargas puedan desprenderse.



- El izado de cargas de peso superior a 10 Tm requiere la emisión de un permiso de trabajo.

b) Equipo de transporte

- Diariamente, antes de empezar el trabajo, el conductor deberá comprobar el estado general de vehículo (frenos, ruedas, luces, agua, aceite, combustible y batería).
- Se respetarán las reglas de tráfico y señalización existentes en el área de trabajo.
- No podrán transportarse personas en vehículos que no hayan sido acondicionados para ello.
- El cambiar las baterías deberá hacerse en lugares bien ventilados. En los cuartos de carga de baterías, no se permite fumar.
- Al cargar o descargar camiones, éstos deberán permanecer con los frenos activados y con cuñas en las ruedas.

### **DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS**

Se deberá aislar el área mediante barreras o vallas para mantener alejado al personal ajeno al trabajo, a una distancia no menor de 1,5 veces la altura de la estructura a ser demolida.

No se sobrecargará la estructura permitiendo que se acumulen los escombros al bajar estos de un nivel a otro.

Los materiales de demolición y escombros en general deberán ser retirados y descargados en el vertedero municipal.

### **MONTAJE DE ESTRUCTURAS**

La construcción de estructuras constituye una actividad de riesgo potencial elevado, dada la cantidad de personal presente en un espacio relativamente reducido. Por ello es imprescindible una adecuada planificación y organización de los trabajos:

- El área de trabajo debe estar bien delimitada y señalizada para impedir el acceso de personas ajenas a la obra.
- La erección de las piezas y componentes estructurales requiere la amplia utilización de equipos de izado y transporte, por lo que deben seguirse las medidas de seguridad mencionadas anteriormente.



- Especial precaución deberá prestarse a la existencia de líneas y equipos eléctricos en tensión.
- Los espacios abiertos en suelos y paredes deberán protegerse convenientemente para evitar caídas de personas y objetos.
- Será obligatorio el uso de arnés de seguridad siempre que exista riesgo de caída desde más de dos metros de altura. Se instalarán líneas estáticas ancladas firmemente a la estructura para el enganche de los arneses de seguridad.
- Escaleras, escalas y plataformas, deberán ser erigidas junto con la estructura, al objeto de proveer un acceso seguro a las áreas de trabajo. Queda totalmente prohibido descolgarse por columnas o soportes transversales.

### **ANDAMIOS Y ESCALERAS**

#### **a) Escaleras de mano**

- Las escaleras de mano serán metálicas y ofrecerán las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad para el trabajo de que se trate.
- Como excepción deberá usarse escaleras de madera cuando exista riesgo de entrar en contacto con campos o circuitos eléctricos. Las escaleras de madera no estarán pintadas, al objeto de que no queden ocultos posibles defectos.
- No podrán empalmarse dos o más escaleras simples. Si la escalera es de tipo "tijera" deberá desplegarse totalmente.
- Las escaleras se colocarán de manera que la distancia horizontal desde el pie de la escalera al plano vertical de apoyo, sea aproximadamente la cuarta parte de la longitud de la escalera entre pie y apoyos.
- Antes de usar una escalera de mano deberá comprobarse que:
  - Los peldaños están firmemente ensamblados a los largueros, no basta con que estén clavados únicamente.
  - Los pies de la escalera disponen de zapatas o anclajes para impedir su deslizamiento.
- Las escaleras de mano simples no podrán salvar más de siete metros de altura. Cuando se requiera un mayor alcance, se utilizarán varias escaleras con plataforma o descansos intermedios.



## PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA ZONA DE LA PLAZA ADOLFO MARSILLACH DE LA CIUDAD DE PARLA (MADRID). INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.



- El ascenso, descenso y la realización de cualquier tipo de trabajo en escaleras de mano, se efectuará siempre de cara a las mismas. No se utilizará una escalera de mano por más de un trabajador a la vez.
- Las escaleras estropeadas deben eliminarse de la circulación inmediatamente, marcándolas adecuadamente para que no puedan ser utilizadas.
- La escalera deberá colocarse de forma que sobresalga al menos un metro más allá de los puntos superiores de apoyo y estará anclada a la estructura de apoyo.

### b) Andamios

Los andamios se construirán con las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad de acuerdo con las cargas fijas o móviles que hayan de soportar. Serán inspeccionados y autorizados, en su caso, por el Departamento de Seguridad antes de empezar el trabajo.

- Las plataformas de los andamios, en caso de estar contruidos con tablonos de madera, éstos serán sanos, (dimensiones mínimas de cinco centímetros de espesor y veinte centímetros de ancho), sobresaliendo al menos treinta centímetros de los soportes del andamio y firmemente afianzados entre sí.
- Los andamios deberán estar fijados a las paredes o elementos de la estructura, aproximadamente cada nueve metros horizontalmente y seis metros en vertical. Anclajes adicionales pueden ser requeridos en función de la carga a soportar por el andamio.
- Las plataformas de los andamios estarán provistas de barandillas, travesaños y rodapiés, independientemente de su altura.
- Los elementos constructivos del andamio no deben presentar roturas, golpes, corrosión o piezas sueltas.
- La plataforma del andamio, así como las escalas de acceso, deben tener una iluminación adecuada, si van a utilizarse en horas nocturnas.
- Solamente se accederá a la plataforma de trabajo del andamio a través de escalas fijas o escaleras, no permitiéndose el acceso a través de las traviesas o tirantes del andamio.
- Durante la erección o desmontaje del andamio se usarán arneses de seguridad.
- Los andamios y sus elementos asociados no deberán ser modificados en ninguna forma que afecte lo previsto en su diseño inicial.
- En las proximidades de equipos o circuitos eléctricos se tomarán las previsiones adecuadas para evitar contactos accidentales con elementos en tensión.





- Las patas de soporte de los andamios deben estar apoyadas sobre superficies planas y consistentes que aseguren una verticalidad aplomada. Se usarán tornillos de ajuste con bloqueo para compensar pequeñas diferencias de nivel del terreno.
- c) Andamios colgantes:
  - El aparejo de izado del andamio utilizará cable de acero del calibre adecuado a las cargas fijas o móviles que el andamio vaya a soportar.
  - Los trabajadores en la plataforma deberán usar arneses de seguridad, unidos a líneas salvavidas independientes que lleguen hasta el suelo.
- d) Andamios móviles:
  - Al desplazar los andamios no deberá haber personal, materiales o equipos, en la plataforma.
  - Se emplearán dispositivos de bloqueo en las ruedas cuando el andamio este situado en una posición fija.

### **TRÁFICO DE VEHÍCULOS Y PEATONES**

El reglamento de circulación está en vigor en todo el emplazamiento.

La velocidad máxima será de 30 Km/h. para vehículos ligeros. Los vehículos pesados (grúas, camiones, remolques, etc.) no deberán superar los 10 Km/h.

Cuando la grúa se desplace de un lugar a otro, los soportes hidráulicos estarán completamente recogidos.

Cuando sea necesario bloquear alguna carretera o vía deberá comunicarse con antelación al Director de Obra.

El aparcamiento de vehículos solo se permitirá en las zonas previstas al efecto.

No se estacionará ningún vehículo a menos de cinco metros de hidrantes, válvulas o equipos de emergencia en general.

Los peatones deberán caminar por el lado izquierdo de la calzada o por los corredores designados al efecto.

Los vehículos sólo podrán transportar el número de pasajeros autorizados.

### **RIESGOS ELÉCTRICOS**

Los trabajos en equipos o circuitos eléctricos se realizarán únicamente con personal cualificado y previa emisión del correspondiente permiso de trabajo eléctrico. Cualquier



desviación a esta regla deberá ser autorizada previamente por escrito por parte del Director de las Obras.

Para la protección de las personas contra contactos eléctricos con partes normalmente en tensión, se adoptarán algunas de las medidas siguientes:

- Alejamiento por distancia.
- Recubrimiento de partes activas con aislamiento apropiado.
- Interposición de barreras u obstáculos que impidan contactos accidentales.

Para la protección contra contactos con partes normalmente no energizadas, pero que pueden estarlo en caso de defecto, se adoptarán algunas de las medidas siguientes:

- Puesta a tierra de masas.
- Dispositivos de corte automático sensibles a las corrientes de defecto (interruptores diferenciales) o a la tensión de defecto (relés de puesta a tierra).
- Separación del circuito de utilización de la fuente de energía por medio de un transformador de separación de circuitos, manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización incluido el neutro.
- Doble aislamiento de las partes accesibles al operador.
- Utilización de tensiones de seguridad (24 V. AC.)

Los cables eléctricos no presentarán raspaduras ni dobleces, ni se sujetarán con clavos a ganchos metálicos. Se evitará tender los cables por pasillos o vías de paso disponiéndolos siempre que sea posible aéreos a una altura de 2,5 metros.

No se sobrecargarán los enchufes con un número excesivo de conexiones, al objeto de evitar sobrecalentamientos.

### **SOLDADURA Y CORTE**

Los trabajos de soldadura deberán estar aislados de otros ambientes de trabajo cercanos, mediante pantallas o lonas ignífugas (las lonas de asbestos están prohibidas).

Se dispondrá extintores portátiles en número y capacidad suficiente, en el mismo lugar del trabajo.

Los cables, mangueras, reguladores y conexiones de los equipos de soldadura, deben inspeccionarse diariamente.

En recintos cerrados deberá proveerse una adecuada ventilación de los humos y vapores generados.

Se usarán los equipos de protección personal necesarios.



a) Soldadura autógena y oxicorte

- Los cilindros no podrán rodarse ni arrastrarse sobre el suelo, para moverlos se utilizarán carritos porta-cilindros. Cuando se requiera su izado se utilizarán cestas apropiadas. Cuando no se utilicen, los cilindros deberán tener la válvula cerrada y protegida por capuchón.
- Los cilindros de oxígeno y gas no deben introducirse en recipientes, excavaciones o espacios confinados en general. Se mantendrán lejos de fuentes de calor o llama y convenientemente fijados para que no se desplacen.
- Dispondrán de válvulas antirretorno en la salida del cilindro y antes del soplete.
- Los cilindros de oxígeno deben almacenarse separados de los cilindros de gas por un panel resistente al fuego, o a una distancia mínima de cuatro metros.

b) Soldadura eléctrica

- El cable de tierra deberá conectarse lo más cerca posible a la pieza que se trabaja, mediante una pinza o abrazadera.
- Los generadores diesel deberán pararse cuando no se estén utilizando. La operación de reabastecimiento de combustible se realizará con el motor parado.
- Los porta electrodos calientes no deben sumergirse en agua (riesgo de electrocución). Los electrodos usados deben guardarse en un cubo u otro contenedor adecuado.
- Los cables que tengan defectos en aislamiento, deberán sustituirse o repararse inmediatamente.
- El soldador no deberá usar anillos ni pulseras metálicas durante su trabajo.
- Los electrodos usados y varillas de soldadura se dispondrán en un recipiente adecuado para este fin. No se dejarán restos de electrodos en el suelo en ningún momento.

### **ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES**

Los materiales almacenados se deben separar por clases y tamaño, evitando combinar en un mismo lugar materiales incompatibles.

No se apilarán materiales obstruyendo pasillos, vías de paso, equipos contra incendios o salidas de emergencia.

El levantamiento de cargas a mano debe hacerse apoyando ambos pies firmemente y algo separados, con las rodillas dobladas y espalda recta, e izar la carga enderezando



gradualmente las piernas. Se evitará izar a mano, cargas excesivamente pesadas para el trabajador.

### ***PREVENCIÓN DE INCENDIOS***

Los líquidos inflamables deberán guardarse en recipientes de seguridad.

La instalación eléctrica no debe presentar fallos de aislamiento o sobrecargas.

Los desperdicios sólidos (papel, trapos, cartón, estopas, etc.) deben guardarse en recipientes alejados de fuentes de calor o llama abierta.

Los trabajos de soldadura y corte deben aislarse para que las escorias o chispas no ocasionen incendios.

La ropa o trapos manchados de aceite, grasa, pintura o disolventes no deben guardarse en armarios cerrados sino al aire libre.

Se prohíbe el uso de gasolina u otros líquidos inflamables, para limpieza de manos, ropa, herramientas o equipos.

Está prohibido fumar salvo en las áreas delimitadas al efecto.

En los puestos de trabajo se dispondrá del número suficiente de extintores, de capacidad y tipo adecuados, para la extinción de incendios.

Todo el personal deberá estar adiestrado en el uso de extintores portátiles. En el caso de utilización de éstos, deberá comunicarse inmediatamente al Director de las Obras.

No se usará agua en la red contra incendios para fines distintos del combate de incendios.

El acceso de los equipos contra incendios debe mantenerse siempre libre de obstáculos.



## CAPÍTULO 5

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

---

*En este capítulo se muestran detalladamente todos los cuadros de precios que conforman el presupuesto completo de este proyecto de alumbrado exterior*

## 5.1. INTRODUCCIÓN

Se procede a calcular el presupuesto completo del proyecto indicando todos los precios descompuestos por cada elemento o acción necesaria para conformar el trabajo.

Es muy importante tener un presupuesto adaptado y adecuado a las necesidades del proyecto para estudiar la viabilidad del mismo.

El presupuesto se ha obtenido mediante tablas de Excel.

## 5.2. MEDICIONES

### *Renovación e implantación de alumbrado en la zona de la plaza Marsillach (Parla)*

CÓDIGO		DESCRIPCIÓN	UDS	TOTAL
		<b>Capítulo 1: Instalación de puntos de luz subcapítulo 1.A: obra eléctrica</b>		
E.050.100	ud	Suministro de Poste Báculo de acero galvanizado de 7m de Altura, realizados según UNE 21 003/82 . Sin colocación ni conexionado.	16	16
E.050.200	ud	Luminaria modelo "CREE XSP1" o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 53 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual y equipo de dimerización 1-10V..		
		C/ Cristina Sánchez	6	6
		C/ Carolina Coronado	9	9
		C/ Gabriel y Galán	2	2
		C/ San Antón	2	2
				16
E-050.300	ud	Luminaria modelo "CREE XSP2" o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 108 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual y equipo de dimerización		



PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA ZONA DE LA PLAZA ADOLFO MARSILLACH DE LA CIUDAD DE PARLA (MADRID). INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.



		1-10V.		
		C/ Domingo Malagón	14	14
E-050-400	ud	Luminaria modelo "CREE EDGE ROUND" 70W, 40 LEDS óptica QVM o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 70 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual.		
		Plaza Adolfo Marsillach	8	8
E-050-401	ud	Luminaria modelo "CREE EDGE ROUND" 93W, 40 LEDS óptica QVM o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 70 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual.		
		Plaza Adolfo Marsillach	8	8

CÓDIGO		DESCRIPCIÓN	UDS	TOTAL
		<b>Capítulo 2: Instalación de puntos de luz a obra civil</b>		
0-050-100	ud	Desinstalación de columnas de 3,5 en la plaza de Adolfo Marsillach.	16	16
0-050-110	m/3	Demolición de zapatas de columnas actuales de luminaria en plaza de Adolfo Marsillach.	8	8
0-050-120	m3	Hormigón para la colocación de las nuevas zapatas en columnas de la Plaza Adolfo Marsillach	10	10
0-050-130	h	Mano de obra albañilería, incluido peón de apoyo y elementos mecánicos para construcción de nuevas zapatas para el soporte de las nuevas columnas.	14	14
0-050-140	ud	Herrajes nuevas zapatas, en acero galvanizado.	16	16





## 5.3. CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

### *Renovación e implantación de alumbrado en la zona de la plaza Marsillach (Parla)*

Nº	DESCRIPCIÓN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
1	Poste Báculo de acero galvanizado de 7mts de Altura, realizados según UNE 21 003/82.	Doscientos dos euros	202,00 €
2	Luminaria modelo "CREE XSP1" o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 53 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual y equipo de dimerización 1-10V.	Doscientos veinticuatro euros	224,00 €
3	Luminaria modelo "CREE XSP2" o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 108 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual y equipo de dimerización 1-10V.	Trescientos dos euros	302,00 €
4	Luminaria modelo "CREE EDGE ROUND" 70W, 40 LEDS óptica QVM o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 70 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual.	Seiscientos cuatro euros	604,00 €
5	Luminaria modelo "CREE EDGE ROUND" 93W, 40 LEDS óptica QVM o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 70 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual.	Seiscientos cuatro euros	604,00 €
6	Herrajes nuevas zapatas, en acero galvanizado.	Treinta euros	30,00 €

## 5.4. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

### *Renovación e implantación de alumbrado en la zona de la plaza Marsillach (Parla)*

Nº	DESCRIPCIÓN		IMPORTE
1	Desinstalación de columna actual en plaza Adolfo Marsillach, mano de obra y elementos mecánicos de ayuda.		
		Mano de obra	40,00 €
		Maquinaria	30,00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>70,00 €</b>
2	Demolición de Zapatas viejas en plaza Adolfo Marsillach, incluida mano de obra y medios mecánicos, así como retirada de escombros a vertedero.		
		Mano de obra	20,00 €
		Maquinaria	20,00 €
		Transporte	10,00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>50,00 €</b>
3	Construcción nuevas zapatas para columnas de 7 metros de altura y colocación de las mismas mediante herrajes, incluida mano de obra y materiales y medios auxiliares.		
		Mano de obra	20,00 €
		Maquinaria	10,00 €
		Materiales	40,00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>70,00 €</b>
4	Suministro y colocación de Luminaria modelo "CREE XSP1" o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 53 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual y equipo de dimerización 1-10V, incluida mano de		



PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA ZONA DE LA PLAZA ADOLFO MARSILLACH DE LA CIUDAD DE PARLA (MADRID). INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.



	obra, materiales y medios auxiliares.	Mano de obra	35,00 €
		Maquinaria	32,00 €
		Materiales	224,00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>291,00 €</b>
5	Suministro y colocación de Luminaria modelo "CREE XSP2" o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 108 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual y equipo de dimerización 1-10V, incluida mano de obra, materiales y medios auxiliares.		
		Mano de obra	35,00 €
		Maquinaria	32,00 €
		Materiales	302,00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>369,00 €</b>
6	Suministro y colocación de Luminaria modelo "CREE EDGE ROUND 40 LEDS" o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 108 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual y equipo de dimerización 1-10V, incluida mano de obra, materiales y medios auxiliares.		
		Mano de obra	35,00 €
		Maquinaria	32,00 €
		Materiales	604,00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>671,00 €</b>
7	Partida alzada para abono de Plan de Seguridad y Salud	<b>TOTAL</b>	<b>3274,00 €</b>

## 5.5. PRESUPUESTO

### *Renovación e implantación de alumbrado en la zona de la plaza Marsillach (Parla)*

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	P. TOTAL
	Capítulo 1:Obra civil			
P.50.001	Desinstalación de columna actual en plaza Adolfo Marsillach, mano de obra y elementos mecánicos de ayuda.	16	70,00 €	1120,00 €
P.50.010	Demolición de Zapatas viejas en plaza Adolfo Marsillach, incluida mano de obra y medios mecánicos, así como retirada de escombros a vertedero.	16	50,00 €	800,00 €
P.50.020	Construcción nuevas zapatas para columnas de 7 metros de altura y colocación de las mismas mediante herrajes, incluida mano de obra y materiales y medios auxiliares.	16	70,00 €	1120,00 €

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	P. TOTAL
	Capítulo 2:Obra eléctrica			
P.50.030	Suministro y colocación de Luminaria modelo "CREE XSP1" o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 53 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual y equipo de dimerización 1-10V, incluida mano de obra, materiales y medios auxiliares.	19	291,00 €	5529,00 €
P.50.040	Suministro y colocación de	14	369,00 €	5166,00 €



PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA ZONA DE LA PLAZA ADOLFO MARSILLACH DE LA CIUDAD DE PARLA (MADRID). INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.



	Luminaria modelo "CREE XSP2" o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 108 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual y equipo de dimerización 1-10V, incluida mano de obra, materiales y medios auxiliares.			
P.50.050	Suministro y colocación de Luminaria modelo "CREE EDGE ROUND 40 LEDS" o similar compuesta por cuerpo en aleación de aluminio inyectado pintado. Grado de protección de la luminaria IP66 y potencia máxima de 108 W incluye equipo y lámpara, instalada, incluido sistema de Media Noche Virtual y equipo de dimerización 1-10V, incluida mano de obra, materiales y medios auxiliares.	16	671,00 €	10736,00 €

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	P. TOTAL
	Capítulo 3:Otros gastos			
P.60.010	Estudio básico de seguridad y salud	1	3274,00 €	3274,00 €

TOTAL CAPÍTULO 1	3040,00 €
TOTAL CAPÍTULO 2	21431,00 €
TOTAL CAPÍTULO 3	3274,00 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>27745,00 €</b>

Se puede observar, por tanto, que para la realización de este trabajo de fin de grado, consistente en un proyecto de alumbrado exterior para las zonas de actuación ya señaladas de la ciudad de Parla en la Comunidad de Madrid, el importe total asciende a la cifra de VEINTISIETE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y CINCO euros.



## CAPÍTULO 6

# CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFÍA

---

*En este capítulo se finaliza el proyecto obteniendo una serie de conclusiones sobre la realización del trabajo de fin de grado.*



## 6.1. CONCLUSIONES

---

Para finalizar este proyecto, únicamente falta recalcar una serie de conclusiones que se han obtenido del mismo:

Este trabajo de fin de grado, se ha diseñado con un fin didáctico, ya que como se ha expresado al comienzo del mismo, es necesaria la realización de un proyecto completo de ingeniería para la obtención del título. A pesar de ello, se ha diseñado de tal forma que pueda ser ejecutado en caso de ser necesario.

El proyecto cumple todas las normativas vigentes, además de ser viablemente posible de llevar a cabo desde varios puntos de vista distintos, como se ha observado detalladamente en los apartados anteriores:

- Cumple los requisitos económicos ya que el presupuesto es muy asequible para cualquier ayuntamiento.
- Los parámetros eléctricos necesarios para cumplir con la normativa se adaptan perfectamente.
- Cumple todas las normas relativas a la eficiencia energética y a su proceso de etiquetado.





## 6.2. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

---

- Real Decreto 1890/2008 sobre Eficiencia Energética en Alumbrado Exterior
- Manual de alumbrado PHILIPS - Paraninfo
- Instalaciones de iluminación (Sebastián Rojas Rodríguez)
- Instalaciones eléctricas en baja tensión (Antonio Colmenar Santos)
- Teoría sobre alumbrado exterior, domótica y luminotecnia (Esteban Patricio Domínguez González-Seco)
- ITC-BT-06, Redes aéreas para distribución en baja tensión
- ITC-BT-07, Redes subterráneas para distribución en baja tensión
- ITC-BT-09, Instalaciones de Alumbrado Exterior
- Google Maps. <https://www.google.es/maps>
- <http://www.monografias.com/trabajos82/ensayo-tecnologia-led/ensayo-tecnologia-led.shtml>
- [http://www.asifunciona.com/fisica/af\\_leds/af\\_leds\\_5.htm](http://www.asifunciona.com/fisica/af_leds/af_leds_5.htm)
- [http://www.asifunciona.com/fisica/af\\_leds/af\\_leds\\_3.htm](http://www.asifunciona.com/fisica/af_leds/af_leds_3.htm)
- <http://blog.led-in.es/2012/10/15/la-iluminacion-led-eficacia-luminosa-lmw/>
- <http://www.getalamp.es/blog/temperatura-de-color-en-lamparas-bombillas/>
- [http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt\\_itcs.aspx](http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_itcs.aspx)
- Catálogo de luminarias CREE 2014
- [www.schreder.es](http://www.schreder.es)
- [www.philips.es](http://www.philips.es)
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias

## ANEXO

---

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Ubicación de Parla (Google imágenes)

Figura 2: Ubicación de Parla II (Google imágenes)

Figura 3: Situación de la zona de actuación (Google Maps)

Figura 4: Lámpara de vapor de sodio a baja presión  
([www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm](http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm))

Figura 5: Lámpara de vapor de sodio a alta presión  
([www.ringorrango.es/IntroLEDs.html](http://www.ringorrango.es/IntroLEDs.html))

Figura 6: Lámpara de vapor de mercurio a alta presión  
([www.ringorrango.es/IntroLEDs.html](http://www.ringorrango.es/IntroLEDs.html))

Figura 7: Lámpara de vapor de mercurio a baja presión ([www.patentados.com](http://www.patentados.com))

Figura 8: Lámpara LED (Catálogo luminarias CREE 2014 / [www.cree.com](http://www.cree.com))

Figura 9: Luminaria CREE XSP1 a la izquierda y CREE XSP2 a la derecha (Catálogo luminarias CREE 2014 / [www.cree.com](http://www.cree.com))

Figura 10: Curvas fotométricas para CREE XSP1 y XSP2 (Catálogo luminarias CREE 2014 / [www.cree.com](http://www.cree.com))

Figura 11: Curvas fotométricas para CREE XSP1 h6 (Catálogo luminarias CREE 2014 / [www.cree.com](http://www.cree.com))

Figura 12: Luminaria EDGE ROUND SPYDER 40 LEDS QVM OPTICS (Catálogo luminarias CREE 2014 / [www.cree.com](http://www.cree.com))

Figura 13: Curvas fotométricas para EDGE ROUND QVM OPTIC (Catálogo luminarias CREE 2014 / [www.cree.com](http://www.cree.com))

Figura 14: Curvas fotométricas para EDGE ROUND QVM OPTIC II (Catálogo luminarias CREE 2014 / [www.cree.com](http://www.cree.com))

Figura 15: Dispositivo sistema de media noche virtual ([www.cree.com](http://www.cree.com))



Figura 16: Funcionamiento sistema de media noche virtual ([www.cree.com](http://www.cree.com))

Figura 17: Detalle calle Domingo Malagón (Google Maps)

Figura 18: Detalle calle Cristina Sánchez (Google Maps)

Figura 19: Detalle calle Carolina Coronado (Google Maps)

Figura 20: Detalle calle Gabriel y Galán (Google Maps)

Figura 21: Detalle calle San Antón (Google Maps)

Figura 22: Detalle plaza Adolfo Marsillach (Google Maps)

Figura 23: Situación actual plaza Adolfo Marsillach (Dialux)

Figura 24: Situación futura con LED plaza Adolfo Marsillach (Dialux)

Figura 25: Situación actual plaza Adolfo Marsillach II (Dialux)

Figura 26: Situación futura con LED plaza Adolfo Marsillach II (Dialux)